

ADHEMAR PEGORARO

**ESTUDO DA INTEGRAÇÃO DE DIVERSOS FATORES NO MANEJO DE
ABELHAS AFRICANIZADAS *Apis mellifera* Linnaeus., 1758 (Hymenoptera:
Apidae), NA UNIDADE FITOGEOGRÁFICA DA FLORESTA COM ARAUCÁRIA,
NO SUL DO BRASIL**

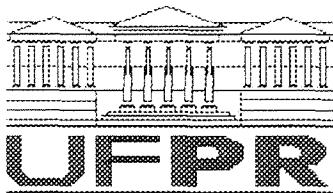
Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador:
Prof. Dr. Luiz Antônio Biasi

Co-orientadores:
Prof. Dr. Flávio Zanette e
Prof.^a Dr.^a Sonia Maria Noemberg Lazzari

CURITIBA

2003



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

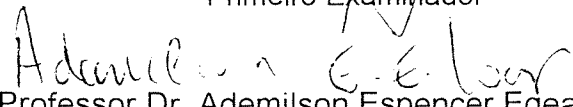
PARECER

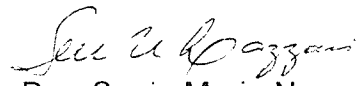
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **ADHEMAR PEGORARO**, sob o título “**ESTUDO DA INTEGRAÇÃO DE DIVERSOS FATORES NO MANEJO DE ABELHAS AFRICANIZADAS *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae), NA UNIDADE FITOGEOGRÁFICA DA FLORESTA COM ARAUCÁRIA, NO SUL DO BRASIL**”, para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

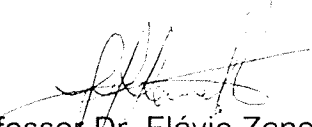
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Tese.

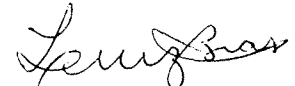
Curitiba, 25 de Abril de 2003.


Professor Dr. Dejair Message
Primeiro Examinador


Professor Dr. Ademilson Espencer Egea Soares
Segundo Examinador


Professora Dra. Sonia Maria Noemberg Lazzari
Terceira Examinadora


Professor Dr. Flávio Zanette
Quarto Examinador


Professor Dr. Luiz Antonio Biasi
Presidente da Banca e Orientador

CURITIBA

2003

AGRADECIMENTOS

A DEUS e a todos que contribuem para que haja paz no Mundo.

Agradeço à Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-Graduação em Agronomia e o Departamento de Zootecnia pela oportunidade concedida para a realização deste Curso.

Agradeço ao comitê de orientação: Prof^ª Dra. Sônia Maria N. Lazzari, Prof. Dr. Luiz Antônio Biasi e o Prof. Dr. Flávio Zanette.

Ao Médico Psiquiatra Daniel Serafim pelo atendimento com profissionalismo.

Ao Prof. Anselmo Chaves Neto pela contribuição no delineamento dos experimentos, sugestões e pelo companheirismo.

Ao Prof. Ademilson Espencer E. Soares pelo exemplo de profissionalismo.

À Prof^ª Danúncia Urban pelas valiosas sugestões no texto e pelo carinho de mãe.

A todos os professores que contribuíram com suas disciplinas e experiência para minha formação profissional.

Ao pesquisador da Embrapa Florestas, Antônio A. Carpanezzi, pela contribuição na identificação das espécies vegetais e pelas valiosas sugestões no texto.

Ao Engenheiro Agrônomo e Apicultor Paulo Gustavo Sommer, pela contribuição prática e teórica para melhorar a tese.

Ao apicultor Jurandir Baggio, pelas informações sobre o modelo de tela de coletor de pólen.

Ao Apicultor José Gomes da Silva pela colaboração na coleta dos dados.

À Lucimara Antunes, Secretária do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração produção Vegetal.

Às Bibliotecárias Telma Stresser de Assis, Maria Simone Utida dos Santos Amadeu e Vera Lucia Dittert pela atenção dispensada.

DEDICO

Ao Médico Fausto Rodrigues
Teixeira Filho por ter me auxiliado
nas horas que mais necessitei e
pelo profissionalismo que deixou
como exemplo.

À minha esposa Ivanete, pela
compreensão e dedicação.

Ao meu filho Leonardo, por ter
sido privado de momentos de
maior convivência.

SUMARIO

RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	03
2.1 Objetivos gerais	03
2. 2 Objetivos específicos	03
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
3.1 Breve histórico da apicultura no Brasil	04
3.2 <i>Apis mellifera</i> L.	08
3.2.1 Criação de rainhas	08
3.2.2 Acasalamento das rainhas	12
3.2.3 Volume do ninho em <i>Apis mellifera</i> L.	14
3.2.4 Interação entre <i>Apis mellifera</i> L. e a flora	15
3.2.5 Produção de mel, pólen e cria	21
3. 2.6 Coleta de pólen	23
3.2.7 Métodos de seleção de colônias de <i>A. mellifera</i>	25
3.3 <i>Varroa</i>	30
3.3.1 Histórico da expansão da <i>Varroa</i>	30
3.3.2 Biologia de <i>V. destructor</i>	33
3.3.3 Mecanismos de tolerância de <i>A. mellifera</i> à <i>Varroa</i>	34
3.3 4 Danos e grau de infestação	37
3.3.5 Métodos de controle	39
4. MATERIAL E MÉTODOS	45
4.1 Local do experimento	45
4.2 Renovação de rainhas por desenvolvimento natural de realeiras	46
4.3 Taxa de renovação de rainhas na presença das mesmas	50
4.4 Desenvolvimento das colônias	50
4.5 Avaliação da aptidão das colônias para coletar pólen	53

4.6 Efeito do tratamento coletor de pólen sobre o desenvolvimento das colônias de abelhas africanizadas	55
4.7 Eficiência de um modelo de tela para coletar pólen	57
4.8 Recursos alimentares disponíveis em fruto-de-pombo, <i>Rhamnus sphaerosperma</i> , para as abelhas africanizadas.	57
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1 Renovação de rainhas por desenvolvimento natural	59
5.2 Número de células reais	61
5.3 Taxa de renovação de rainhas	66
5.4 Desenvolvimento das colônias durante o inverno	70
5.4.1 Quantidade de ovos/larvas	70
5.4.2 Quantidade de pupas	73
5.4.3 Quantidade de mel armazenado	76
5.4.4 Quantidade de pólen	79
5.4.5 Proporção entre a área de ovos/larvas e pupas (cria) produzidos e a área de mel e pólen armazenados (alimento)	83
5.4.6 Grau de infestação com <i>V. destructor</i>	85
5.4.7 Correlação entre ovos/larva, pupas, mel, pólen e infestação com <i>V. destructor</i>	90
5.6 Eficiência de um modelo de tela de coletor de pólen utilizado em abelhas africanizadas	93
5.7 Avaliação da capacidade de colônias de abelhas africanizadas de coletar pólen	95
5.7.1 Capacidade em colônias no início de agosto início da florada de bracatinga	95
5.7.2 Em colônias de abelhas africanizadas, final de agosto, no final da florada de bracatinga	97
5.7.3 Em colônias de abelhas africanizadas em janeiro e fevereiro	98

5.8 Efeito do coletor de pólen na produção de cria, mel e pólen	102
5.8.1 Produção de ovos/larvas	102
5.8.2 Produção de pupas	104
5.8.3 Quantidade de mel armazenado	105
5.8.4 Quantidade de pólen armazenado	106
5.9 disponibilidade de néctar e pólen em <i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw. (fruto-de-pombo)	109
5.9.1 Correlação entre os fatores ambientais e a concentração de açúcares no néctar	118
6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	120
7.0 CONCLUSÕES	122
8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123

LISTA DE TABELAS

- 1 Tempo em segundos despendido para encontrar rainhas em colônia de abelhas africanizadas, em 28 de dezembro de 1998, em Mandirituba, Paraná. 60
- 2 Análise dos dados do tempo, em segundos, utilizado para capturar rainhas em colônias de abelhas africanizadas para o modelo Gaussiano ajustado aos dados ($\mu = 162,39s$; $\sigma^2 = 2.249,06s^2$). 60
- 3 Número de células reais construídas em colônias de abelhas africanizadas, com rainhas renovadas, no período de 28 de dezembro a 06 de janeiro de 1998, em Mandirituba, Paraná. 62
- 4 Número de células reais construídas em colônias de abelhas africanizadas, com rainhas renovadas, no período de 28 de novembro a 6 de dezembro de 1999, em Mandirituba, Paraná. 64
- 5 Classificação das colônias de abelhas africanizadas com rainhas renovadas quanto à quantidade de ovos/larvas, no período de maio a julho de 1998 em Mandirituba, Paraná. 71
- 6 Estatística das seis variáveis avaliadas em 20 colônias de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná. 73
- 7 Classificação das colônias de abelhas africanizadas, quanto a quantidade de pupas no período de maio a julho de 1998 em Mandirituba, Paraná. 74
- 8 Classificação das colônias de abelhas africanizadas quanto à quantidade de mel armazenado no período de maio a julho de 1998 em Mandirituba, Paraná. 77
- 9 Classificação das colônias de abelhas africanizadas quanto a quantidade de pólen armazenado no período de maio a julho de 1998 em Mandirituba, Paraná. 81
- 10 Classificação das colônias de abelhas africanizadas, quanto à quantidade de cria e recursos alimentares armazenados, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná. 84
- 11 Classificação das colônias de abelhas africanizadas, quanto ao grau de infestação com *V. destructor*, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná. 86

- 12 Matriz de correlação (coeficiente de Pearson) para as variáveis: área de ovos/larvas, pupas, mel pólen e percentagem de infestação com *V. destructor*, em 20 colônias de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, Mandirituba, Paraná. 91
- 13 *Rank* médio do teste de Friedman para avaliar a capacidade de 10 colônias de abelhas africanizadas para coletar pólen, na florada, de *Mimosa scabrella*, durante o inverno de 1998, em Mandirituba, Paraná. 95
- 14 *Rank* médio do teste de Friedman para avaliar a capacidade de 15 colônias de abelhas africanizadas para coletar pólen, no final da florada de *Mimosa scabrella*, durante o inverno de 1998, em Mandirituba, Paraná. 98
- 15 *Rank* médio do teste de Friedman para avaliar a capacidade de 23 colônias de abelhas africanizadas para coletar pólen, em janeiro e fevereiro de 1999, em Mandirituba, Paraná. 99
- 16 Valores p do Teste de Friedman para a capacidade de três grupos de colônias de abelhas africanizadas de coletar pólen, durante o inverno de 1998 e outono de 1999, em Mandirituba, Paraná. 100
- 17 Valores-p para o teste “t” de Student para as quantidades médias de ovos/larvas, pupas produzidas e quantidades médias de mel e pólen armazenados, em 23 colônias de abelhas africanizadas, submetidas à coleta de pólen com coletor. 103
- 18 Comparação entre as horas do dia, através da Análise de Variância Clássica na variável aleatória concentração média de açúcares no néctar em *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998 e nos dias 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15, 16 de novembro de 1999, das 07h às 18h. 109
- 19 Comparação entre os dias através da Análise de Variância Clássica, na variável aleatória concentração de açúcares no néctar em *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15, 16 de novembro de 1999, das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná. 111
- 20 Matriz de correlação para as variáveis percentagem de açúcar no néctar, umidade relativa do ar, temperatura do ar e luminosidade, em *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 03 a 05 de novembro de 1998 e 10, 15, 16, 20 e 21 de novembro de 1999, em Mandirituba, Paraná. 115

LISTAS DE FIGURAS

- 1 Vista parcial do apiário de abelhas africanizadas, instalado em cavaletes com duas colméias, modelo Stanislaw Kurletto, utilizado para coleta dos dados, em agosto de 1998, em Mandirituba, Paraná. 47
- 2 Corte esquemático frontal de uma colméia com a peneira utilizada para capturar rainhas de abelhas africanizadas, com comprimento de 48,5 cm e largura de 41 cm, com espaçamento de 4,3 mm entre os arames. 49
- 3 Medidor Al-Tikrity, adaptado por Pegoraro (1997), com quadrado de 4 cm² para avaliar o desenvolvimento das colônias de abelhas africanizadas, Mandirituba, Paraná. 52
- 4 Coletor de pólen adaptado como fundo da colméia Langstroth 55
- 5 Tempo médio para encontrar rainhas em colônias de abelhas africanizadas, em 28 de dezembro de 1998, em Mandirituba, Paraná. 59
- 6 Histograma do número de células reais construídas em colônias de abelhas africanizadas, com rainhas renovadas, no período 28 de novembro a 07 de dezembro de 1998, em Mandirituba, Paraná. 63
- 7 Histograma do número de células reais construídas em colônias de abelhas africanizadas, no período de 26 dezembro de 1999 a 04 janeiro de 2000, em Mandirituba, Paraná. 65
- 8 Percentagem de rainhas renovadas em colônias de abelhas africanizadas, no período de 26 de novembro a 26 de dezembro de 1998, em Mandirituba, Paraná. 67
- 9 Percentagem de rainhas renovadas em colônias de abelhas africanizadas, no período de 26 de dezembro a 26 de janeiro de 2000, em Mandirituba, Paraná. 68
- 10 Tendência da variável aleatória área de ovos/larvas de abelhas africanizadas em 4 cm² nas colônias 1, 6, 5 e 20, no período de maio, junho e julho de 1998, em Mandirituba, Paraná. 72
- 11 Tendência da variável área de pupas produzidas nas colônias 6, 13, 17 e 20 de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná. 75
- 12 Tendência da variável aleatória quantidade de mel armazenado em 4 cm², em colônias de abelhas africanizadas de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná. 79

- 13 Tendência da variável aleatória quantidade de pólen armazenado em 4 cm^2 , em colônias de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná. 83
- 14 Tendência da variável aleatória proporção entre a quantidade de crias e alimento nas colônias 17, 7, 13 e 2 de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná. 83
- 15 Tendência da variável aleatória percentagem de infestação com *V. destructor*, em colônias de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná. 88
- 16 Eficiência de um modelo de tela de coletor avaliada por meio da percentagem de bolotas de pólen retidas nas bandejas do coletor, adaptado no alvado das colméias de colônias de abelhas africanizadas, em janeiro de 1999, em Mandirituba, Paraná. 93
- 17 Valores-p para o teste “t” de Student para as quantidades médias de ovos/larvas, pupas produzidas e quantidades médias de mel e pólen armazenados, em 23 colônias de abelhas africanizadas, submetidas à coleta de pólen com coletor. 102
- 18 Histograma da diferença na quantidade de pupas produzidas em cm^2 , após 21 dias da coleta de pólen com coletor de pólen, em colônias de abelhas africanizadas, durante o outono de 1999, em Mandirituba, Paraná. 105
- 19 Histograma da diferença na quantidade de mel armazenado em cm^2 , após 21 dias da coleta de pólen com coletor de pólen, em colônias de abelhas africanizadas, em janeiro e fevereiro de 1999, Mandirituba, Paraná. 106
- 20 Histograma da diferença na quantidade de pólen armazenado em cm^2 , após 21 dias da coleta de pólen com coletor de pólen, em colônias de abelhas africanizadas, em janeiro e fevereiro de 1999, Mandirituba, Paraná. 107
- 21 Média entre as horas do dia para a variável aleatória concentração média de açúcar no néctar de *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15 e 16 de novembro de 1999, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná. 110
- 22 Concentração de açúcares no néctar de *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15, 16 de novembro de 1999, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná. 111

- 23 Percentagem média de operárias de abelhas africanizadas que transportavam néctar em *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15 e 16 de novembro de 1999, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná. 113
- 24 Percentagem média de operárias de abelhas africanizadas que transportavam néctar, pólen, ambos e nada em *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15 e 16 de novembro de 1999, no intervalo das 07 às 18h, em Mandirituba, Paraná. 114
- 25 Temperatura média nas horas do dia, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15 e 16 de novembro de 1999, para a avaliação da concentração de açúcares no néctar de *Rhamnus sphaerosperma*, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná. 116
- 26 Média entre horas do dia, para o fator umidade relativa do ar, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 1e 16 de novembro de 1999, para a avaliação da concentração de açúcares no néctar de *Rhamnus sphaerosperma*, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná. 117
- 27 Média entre as horas do dia para o fator luminosidade, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15 e 16 de novembro de 1999, para a avaliação da concentração de açúcares no néctar de *Rhamnus sphaerosperma*, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná. 118

RESUMO

O manejo de colônias de *Apis mellifera scutellata* é importante para manter a produtividade e outras características apícolas, além de reduzir a infestação com ácaros ectoparasitas. Esta pesquisa foi realizada no Município de Mandirituba, Paraná, com os objetivos de avaliar: a renovação de rainhas por desenvolvimento natural; o desenvolvimento das crias e reservas de alimento no inverno e o grau de tolerância das abelhas africanizadas ao ácaro *Varroa destructor*; a capacidade das abelhas africanizadas em coletar pólen; medir o efeito do coletor de pólen sobre a quantidade de cria e alimento; estimar a correlação da concentração de açúcares no néctar com fatores ambientais, tais como horas do dia, temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade. Para todos os experimentos, utilizou-se colônias com rainhas renovadas por desenvolvimento natural com menos de um ano de vida; seguindo-se as etapas no processo, em dois períodos, em anos consecutivos. Durante o inverno, observou-se o desenvolvimento das colônias, avaliando-se, em todos os favos de cada colônia, a quantidade de cria e alimento no início da coleta de pólen e após 21 dias. Entre as colônias de abelhas africanizadas foram registradas diferenças significativas para as variáveis pupas desenvolvidas, mel e pólen armazenados, além da infestação com *V. destructor*, registrando-se três grupos homogêneos para todas as variáveis estudadas. Quanto à capacidade de coletar pólen, houve diferenças significativas entre as colônias, indicando a possibilidade de seleção de colônias com maior capacidade para coletar este recurso alimentar. Após 21 dias de atividade de coleta de pólen pelas operárias, foi observada redução significativa na quantidade de pupas, mel e pólen das colônias, especialmente em função da presença de bracatinga (*M. scabrella*) como fonte de alimento durante o inverno. Quando usado o coletor de pólen por períodos prolongados, houve redução das crias e da produtividade de mel. As correlações entre cria e alimento com *V. destructor* foram fracas. O fruto-de-pombo (*Rhamnus sphaerosperma*) disponibilizou néctar às operárias forrageiras das abelhas africanizadas, com concentração de açúcares no néctar significativamente diferente de acordo com as horas do dia, sendo as maiores médias no período das 9 às 18:00h. A correlação entre a concentração de açúcares no néctar com a temperatura foi positiva, porém moderada; já com a umidade relativa do ar esta foi significativa e negativa e finalmente e a luminosidade, a correlação não foi significativa;

Foi possível estabelecer três grupos distintos e homogêneos de colônias, com produtividade de crias, mel, pólen e tolerância ao ácaro, ranqueados como superior, médio e inferior. Concluiu-se, assim, que é possível manejar e selecionar colônias com aptidão para coletar pólen e néctar e com maior tolerância à infestação por *Varroa* utilizando a técnica de substituição de rainhas periodicamente, manejando o pasto apícola para disponibilizar os recursos alimentares, além de fornecer alimentação artificial energética e protéica às colônias de abelhas africanizadas durante a coleta de pólen para reduzir os efeitos negativos nas colônias.

ABSTRACT

The adequate management of *Apis mellifera scutellata* hives is very important in order to maintain the productivity and other apicultural qualities, besides the reduction of ectoparasite mites. This research was carried out in Mandirituba, Paraná State, with the following objectives: to evaluate queen substitution through natural development considering brood development, ability to stock food during the winter, and the tolerance of the Africanized bees to the mite *Varroa destructor*; to evaluate the ability of *A. m. scutellata* to collect pollen and to measure the effect of a pollen collector on brood and food quantity; to estimate the correlation between sugar concentration in the nectar with environmental factors, such as, hour of day, temperature, relative air humidity, and luminosity. Hives with renewed queens by natural development, with less than one year old, were used for all experiments following the conventional steps, during two periods of two consecutive years. During the winter, the colonies were observed by evaluating the brood number and amount of food, and also the infestation by *Varroa*, in one comb in each hive, from the beginning of pollen collection to 21 days later. There were significant differences for the variables eggs-larvae and pupae, honey and pollen, and *V. destructor* infestation among the colonies with three homogeneous groups for all variables. In relation to pollen collection there was statistical difference among the hives, indicating the possibility of selecting colonies with high ability to collect this food resource. After 21 days of pollen collecting by the foragers, there was a significant increase of pupae, honey, and pollen inside the hives, especially due to the presence of “bracatinga” (*Mimosa scabrella*) as food resource during the winter. There was reduction of brood and honey production when the pollen collector was used for long periods. The correlation between brood and food with the presence of *V. destructor* was weak. Nectar from the “fruto-de-pombo” (*Rhamnus sphareosperma*) was available for *A. m. scutellata* foragers, with variable sugar concentration according to the period of the day, with the highest mean concentration from 9 a.m. to 6 p.m. The correlation between sugar concentration and temperature was positive, but moderate; with relative air humidity it was not significant; and with luminosity it was positive, but very weak. It was possible to establish three distinct homogeneous groups of colonies, presenting different productivity of brood, honey, pollen, and *V. destructor* tolerance, ranked as superior, medium and inferior.

Therefore, it was concluded that it is possible and desirable to manage and select colonies with aptitude to collect pollen and nectar and with higher tolerance to *V. jaykova*, by using the technique of replacing the queens periodically, besides the adoption of an adequate pollen collection to avoid negative hive performance.

1 INTRODUÇÃO

As abelhas contribuem para a humanidade com os produtos apícolas e a polinização das espécies vegetais de importância econômica e ambiental.

Uma colônia de abelhas africanizadas (Hymenoptera: Apidae) é composta da rainha, zangões e operárias. A atividade das operárias consiste em coletar e sintetizar produtos apícolas, tais como néctar para transformar em mel; armazenamento de pólen, coletar própolis para desinfetar às colônias e protegê-las do vento e da umidade; sintetizar geléia real e cera e produzir veneno. Esses produtos caracterizam-se por apresentar alto valor para a alimentação humana, fins terapêuticos e cosméticos.

A base para a produção apícola no sul do Brasil é a vegetação nativa que disponibiliza alimento para as abelhas no verão, outono, inverno e principalmente na primavera e aproximadamente 50% das espécies de plantas em floração são de interesse apícola (PEGORARO & ZILLER, no prelo). As composições florísticas presentes no primeiro planalto incluem formações em estágios sucessionais inicial, médio e avançado da Floresta Ombrófila Mista Montana (Floresta com Araucária). Essas disponibilizam néctar e pólen para a sobrevivência das colônias de abelhas africanizadas que produzirão mel, própolis e cera, além de coletar pólen que pode, eventualmente, ser aproveitado pelo apicultor. Porém, existe a necessidade de se conhecer as plantas que possuem valor para subsidiar o melhoramento do pasto apícola, enriquecendo as áreas de reserva legal, previstas em lei, com plantas de valor apícola.

É importante considerar também a influência dos fatores ambientais (a umidade relativa do ar, a temperatura e a luminosidade) na coleta de néctar e pólen e na transformação do néctar em mel.

A produção comercial de pólen é recente no Brasil. Portanto, estudos são necessários para desenvolver um sistema de manejo que não degrade as colônias em produção. Entretanto, sabe-se que a população de abelhas africanizadas apresenta variabilidade na capacidade de coletar pólen o que sugere a possibilidade de selecionar colônias com maior capacidade para coletar este produto.

Acredita-se que o Brasil é um país privilegiado para a prática apícola por causa da vegetação nativa e do clima, apesar da predominância das formações antrópicas e da

degradação da vegetação original. As áreas de relevo impróprio para a mecanização agrícola podem ser utilizadas para a prática apícola, formando pasto de excelente qualidade para a produção de mel, principalmente na primavera. Por isso, acredita-se que se faz necessário identificar as espécies com maior potencial apícola para recompor o pasto, pelo menos nas áreas próximas dos apiários.

Na década de 1950, ocorreu a introdução de abelhas européias na apicultura, especialmente, nas regiões habitadas por *Apis cerana* Fabricius, que é o hospedeiro original do ácaro ectoparasita *Varroa jacobsoni* Oudemans 1904 (DE JONG *et al.*, 1982a). O parasitismo desse ácaro sobre as abelhas de origem européia é considerado o principal fator negativo (limitante) para a criação de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) na Europa, nos EUA e em outras regiões do mundo. Esse ácaro inviabiliza a sobrevivência das colônias dessas abelhas em clima temperado, obrigando os produtores a usar produtos químicos (acaricidas) para controlá-lo. O uso freqüente de acaricida quebrou a cadeia produtiva natural com a presença de resíduos nos produtos apícolas e selecionando populações do ácaro resistentes aos produtos de uso corrente e até a óleos essenciais utilizados no controle da *Varroa*. Por isso, a busca de linhagens de *A. mellifera* tolerantes a este ácaro é uma meta científica da apicultura mundial.

No Brasil, a abelha africanizada é considerada tolerante à *Varroa*, não sendo necessário utilizar controle químico nas colônias produtivas. Porém, as colônias dessa subespécie apresentam variabilidade quanto ao grau de infestação pelo ácaro, com grupos de colônias (linhagens de abelhas africanizadas) com maior grau de tolerância e grupos de colônias com maior susceptibilidade. Assim, programas de seleção massal com acasalamentos naturais (ao ar livre) são necessários para multiplicar as colônias (linhagens) que apresentam menor grau de infestação e outras características de interesse apícola. Acredita-se que seja necessário introduzir realeiras oriundas de colônias com menor grau de infestação por *V. destructor* em colônias com grau mais elevado de infestação e baixa produtividade de mel e pólen, cujo material biológico (realeiras) deve ser substituído.

A poliandria sugere que os métodos para renovar e selecionar rainhas deve permitir que os acasalamentos desta casta ocorram ao ar livre, com o objetivo de manter a diversidade genética natural. Por outro lado, as técnicas devem ser de baixo custo e de fácil aplicabilidade para que os apicultores possam utilizá-las.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar estratégias de manejo de abelhas africanizadas por meio de parâmetros como a renovação das rainhas, desenvolvimento das colônias no inverno, capacidade das colônias de coletar pólen, efeito do coletor de pólen, encontrar linhagens tolerantes a *V. destructor* e com aptidão de coletar pólen e avaliar a disponibilidade de alimento da vegetação nativa.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Utilizar metodologia simplificada para localização e renovação de rainhas de abelhas africanizadas que garantam a diversidade genética;
- b) avaliar o desenvolvimento das colônias de abelhas africanizadas, utilizando as variáveis aleatórias quantidade ovos/larvas e pupas, mel, pólen e grau de infestação com *V. destructor*, durante o inverno, separando grupos homogêneos;
- c) analisar as correlações entre as variáveis quantidade de ovos/larvas, pupas, mel e pólen com a percentagem de infestação com *V. destructor* no período de inverno;
- d) analisar o efeito do coletor de pólen sobre a estrutura das colônias, quantidade de ovos/larvas, pupas, mel e pólen no verão;
- e) calcular a eficiência de um modelo de tela de coletor de pólen;
- f) correlacionar os fatores temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade com a concentração de açúcar no néctar em fruto-de-pombo;
- h) analisar a percentagem de néctar, pólen e ambos ou a ausência de néctar e pólen que fruto-de-pombo (*Rhamnus sphaerosperma*) oferece às operárias forrageiras;
- i) analisar se existe diferença entre as horas do dia em relação à concentração de açúcar no néctar de fruto-de-pombo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Breve histórico da apicultura no Brasil

O padre Antônio Carneiro Aureliano foi o primeiro brasileiro a importar 100 colônias de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, em 1839, da cidade do Porto, Portugal. Instalou as colônias no sítio da Praia Formosa, no Rio de Janeiro, dessas 100 colônias, sete sobreviveram (MARQUES, citado por NOGUEIRA-NETO, 1972).

Os colonizadores alemães, em meados do século XIX, introduziram as abelhas de origem européia no Rio Grande do Sul. Entre eles, destacam-se os apicultores August Hanemann e Emilio Schenk (NOGUEIRA-NETO, 1972). Hanemann estabeleceu-se em Rio Pardo, Rio Grande do Sul, em 1868, onde formou uma fazenda a “Abelina” e aí fabricou a primeira centrífuga brasileira para extração de mel por meios mecânicos. Colaborou também com artigos sobre a apicultura com revistas alemãs e austríacas.

Schenk, em 1897, fundou uma sociedade apícola no Paraná (*Der Landwirt*). Existe evidência de que seja a primeira sociedade brasileira de apicultura, popularizando a atividade no Brasil (NOGUEIRA-NETO, 1972; BAVARESCO, 1972). Schenk imprimiu o primeiro periódico apícola no Brasil em língua alemã, *Brasilianische Bienenpflege*, que, mais tarde, passou a ser um suplemento agrícola semanal de “*Neue Deutsche Zeitung*”, com o nome de “*Der Landwirt*”, editado em Porto Alegre. Em 1922, Schenk, J. Geraldo Kuhlmann e Waldemar de Almeida dirigiram a Revista Brasileira de Apicultura, órgão oficial da Sociedade Brasileira de Apicultura. Além disso, Schenk editou três revistas, fundou duas associações regionais, organizou 15 exposições sobre apicultura, administrou cursos e proferiu conferências (NOGUEIRA-NETO, 1972). Nas décadas seguintes, foi professor itinerante, inspetor do Ministério da Agricultura, percorreu os núcleos de colônias do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná difundindo a apicultura (NOGUEIRA-NETO, 1972).

Durante o período de 1920 a 1953, a apicultura foi uma atividade exercida por poucos produtores rurais e não foi do domínio do grande público (BAVARESCO, 1972).

Em 1968, foi fundada a Confederação Brasileira de Apicultura (CBA), o órgão máximo da apicultura brasileira (LEGLER, 2002).

No período de 1943 a 1957, foi registrado o parasitismo nas abelhas de origem européia pelo protozoário *Nosema apis zander*. A perda das colméias pela nosemose nos apiários foi de até 85% e, neste período, o Brasil precisou importar mel. As abelhas de origem européia superaram essa parasitose através de seleção natural (SOMMER, 2002).

Apis mellifera Linnaeus e suas subespécies (*Apis mellifera ligustica* Spinola, 1806; *Apis mellifera carnica* Pollmann, 1879; *Apis mellifera mellifera* Linnaeus, 1758 e *Apis mellifera caucasica* Gorbachev, 1916) são abelhas de origem européia que habitavam a América do Sul, antes da introdução da abelha africana (NOGUEIRA-NETTO, 1972; GONÇALVES, 1992 e SOARES & DINIZ, 1994).

Essas abelhas, porém, não estavam completamente adaptadas às condições ecológicas e climáticas do Brasil tropical (SHEPPARD *et al.*, 1991).

A abelha africana *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836, foi introduzida no Brasil em 1956 (GONÇALVES, 1975 e SOARES & DINIZ, 1994), e saiu do controle dos pesquisadores em Rio Claro, SP, disseminando-se por todo o País. Desta forma, iniciou-se a fase de africanização da apicultura brasileira com os cruzamentos das abelhas africanizadas e outras subespécies de *A. mellifera* de origem européia (MORINI *et al.*, 1996).

Até 1985, os polihíbridos da América do Sul, América Central e México também com origem africana eram referenciados como *Apis mellifera adansonii* Latreille, 1804. Após o trabalho sobre a distribuição geográfica das espécies e subespécies de *Apis* realizado por RUTTNER (1985), a identidade destes polihíbridos passou a ser *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836. Isto aconteceu porque neles predominam as características morfológicas e comportamentais das abelhas africanizadas com fluxo bidirecional de genes, resultando em operárias com corpo de tamanho intermediário entre os tipos parentais europeu e africano (DINIZ FILHO & MALASPINA, 1995 e QUEZADA-EUÁN & MEDINA, 1998).

Após este evento, distribuiu-se aos apicultores, nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná, mais de 20.000 rainhas de *A. m. ligustica*, produzidas a partir da linhagem *Starline* de Dadant, que em testes demonstraram ser as que produziam colônias F₁ mais dóceis para substituir as rainhas das colônias de abelhas africanizadas menos produtivas e

com maior grau de agressividade, na tentativa de reduzir a agressividade das abelhas africanizadas (KERR, 1994).

As dificuldades encontradas no início da africanização da apicultura, no Brasil, estão sendo superadas devido às ações preventivas dos apicultores, pesquisadores e técnicos. Novas técnicas estão sendo desenvolvidas para manejar esse polihíbrido (DE JONG, 1992).

As operárias das abelhas africanizadas são menores que as abelhas européias, entretanto, não está claro se existe correlação significativa do tamanho das operárias com o comportamento defensivo e a produção de mel (SPIVAK *et al.*, 1989).

A africanização foi um dos mais fascinantes experimentos biológicos realizados, mesmo que não tenha sido intencional (RUTTNER, 1996). O domínio das abelhas africanizadas, em relação às abelhas de origem européia, é um dos casos raros de domínio de uma subespécie sobre as demais, no nicho ecológico anteriormente ocupado pelas espécies dominadas. A abelha africanizada ocupou o nicho ecológico nas Américas com uma expansão aproximada de 270 Km linear por ano em direção ao clima tropical (KERR, 1994).

COLLINS *et al.* (1988) estudaram a agressividade das abelhas africanizadas e italianas, *A. m. ligustica*, resultantes de acasalamentos ao ar livre, e demonstraram que a abelha africanizada é mais agressiva que a abelha italiana porque aquela responde à presença de feromônio de alarme mais rápido, ou seja, em média $3,6 \pm 0,7$ s. Já o tempo médio da resposta da abelha italiana é de $8,8 \pm 0,7$ s. O número de abelhas na entrada das colméias após noventa segundos da liberação do feromônio de alarme foi de $\mu = 137,2 \pm 22,8$ para abelhas africanizadas e de $\mu = 47,4 \pm 22$ para abelhas italianas.

Segundo RUTTNER (1975), as diferentes subespécies de *A. mellifera* existentes no mundo atualmente são o resultado de seleção natural no ambiente de origem. Desta forma, cada subespécie de *A. mellifera* possui diversas características que representam genótipos adaptados às condições do seu ambiente.

No ano de 1960, a região sul do Paraná já se encontrava habitada por abelhas africanizadas. Mas, por causa da agressividade destas, a maioria dos agricultores que possuíam abelhas abandonaram a atividade apícola no Estado, e só restaram os apicultores

tradicionais que transportavam suas colônias a pelo menos 400 m de suas residências no meio da capoeira (SOMMER, 1972 e BARACELLI *et al.*, 1977).

O reinício da atividade apícola no Paraná com abelhas africanizadas não está bem documentado, mas existiu um programa de extensão da EMATER-PARANÁ liderado por Celso Domingos Barancelli, o qual editou o livro “Crie abelhas: É fácil e dá lucro”. Nesse livro, o autor demonstra a importância dos apicultores organizarem-se em associações para investir na formação de novos apicultores e atualizarem-se sobre o desenvolvimento científico nacional e internacional do setor. Sugeriu, também, que essas entidades combatessem os falsificadores de mel (BARANCELLI, 1977). Prática predatória praticada até hoje, porém em menor grau.

Abelhas africanizadas apresentam fácil capacidade de adaptação, reprodução rápida e alta taxa de enxameação, favorecendo sua rápida expansão no Brasil, América do Sul, América Central e América do Norte, em menos de 40 anos. Atualmente, o problema da agressividade parece estar superado porque os apicultores sabem utilizar os materiais de proteção e a fumaça de forma adequada (GONÇALVES, 1998).

O melhoramento genético é uma solução viável para melhorar o manejo apícola, aumentar a produção de mel, pólen e própolis, reduzir a agressividade e aumentar a tolerância à *Varroa destructor* Anderson & Trueman, 2000 (Acari: Mesostigmata: Varroidae) na população das abelhas africanizadas. (VENKOVSKY & KERR, 1982; GONÇALVES, 1992 e PEGORARO *et al.*, 2000).

O potencial apícola brasileiro ainda é pouco explorado, mas nossa apicultura encontra-se em ascensão, e o domínio da metodologia de controle das abelhas africanizadas e a tolerância da mesma à *V. destructor* são conhecidos internacionalmente (SOMMER *et al.*, 2000). Porém, há um novo desafio: a presença da bactéria *Paenobacillus larvae* que causa a Cria Pútrida Americana, no sul do Brasil. Para enfrentá-lo será necessário monitorar os apiários e desenvolver linhagens de abelhas tolerantes a essa doença (GRAMACHO & GONÇALVES, 2002).

Atualmente, as mudanças que ocorrem na apicultura brasileira exigem que os apicultores organizem-se para comercializar seus produtos e reduzir custos (LENGLER, 2002b). Estima-se que existam dois milhões e meio de colônias de abelhas africanizadas no Brasil (LENGLER, 2002b).

O mel é o produto apícola mais conhecido e utilizado no Brasil (FUNARI *et al.*, 1998), com consumo *per capita*, de 300 g/ano (LEGLER, 2002b). Contudo, o consumo de mel no Brasil é baixo em relação a outros países e, segundo uma pesquisa feita em Ribeirão Preto, SP (VILCKAS *et al.*, 2001), o fato pode ser explicado porque o mel é ainda consumido, principalmente, como remédio, sendo que 25% da população informou que nunca consumiu mel e 40% apresentou baixa frequência de consumo. Os consumidores brasileiros preferem consumir méis líquidos e aromáticos e suspeitam da qualidade dos méis cristalizados; semelhante ao que acontece no Irã (MOSSADEGH, 1990).

A presença da abelha africanizada forçou mudanças radicais nas tecnologias de manejo e, assim, o Brasil passou da 17ª posição no *ranking* mundial de produção de mel, em 1960, para quinto colocado, em 1995. Na exportação de própolis, o Brasil ocupou o primeiro lugar no *ranking* mundial, em 2000 (SOMMER *et al.*, 2000). O Banco do Brasil, através de consulta, informou que em 2001 a exportação de mel brasileiro chegou a 2.480 toneladas líquidas, com preço médio de US\$1,12/Kg e, até julho de 2002, o Brasil exportou 5.377 toneladas de mel, ao preço médio de US\$1,45/Kg (SERPRO, 2002).

3.2 *Apis mellifera* L.

3.2.1 Criação de rainhas

A presença da rainha é essencial para organizar e manter o equilíbrio da colônia de *A. mellifera*, com a divisão de trabalho entre a rainha, operárias e zangões. Caso esse equilíbrio seja destruído pela remoção da rainha, quando existir disponibilidade de alimento na natureza, as operárias mostram uma série de respostas para restabelecer o mesmo, construindo realeira(s), na tentativa de criar uma nova rainha e, assim, garantir a sobrevivência da colônia (BUTLER, 1957; BUTLER & SIMPSON, 1958 e ZAVRASHVILI, 1989).

Segundo BREED *et al.* (1994), o número de zangões que se acasalam com cada rainha é em média, de 10 a 17. As operárias da mesma subfamília, filhas de uma mesma rainha têm coeficiente de parentesco de 75% quando o zangão, o pai, for o mesmo. Porém, quando os zangões forem diferentes esse coeficiente é de 25%. Desta forma, acredita-se

que esse é um meio para diminuir a relação genética de parentesco entre as operárias de uma mesma colônia e aumentar a diversidade, entre as subfamílias, dentro de cada colônia. Este comportamento sugere que os acasalamentos múltiplos conduzem a uma maior diversidade genética (OLDROYD *et al.*, 1992 e BREED *et al.*, 1994).

Uma colônia é uma “super-família”, composta de uma rainha fértil que copulou em média com $16,16 \pm 2,75$ zangões (LOBO & KERR, 1993). Por isso, em uma colônia existe operárias irmãs e meio irmãs (RUTTNER, 1968). A maioria das características de importância econômica é o resultado do conjunto do comportamento das colônias e sua interação com o meio ambiente (RUTHENBUHLER, 1964).

A natureza dos produtos secretados por *A. mellifera* é conhecida, mas o papel desses produtos na fisiologia dos indivíduos e nas interações grupais que ocorrem na sociedade ainda necessitam de esclarecimento (LEONARDO, 1977). O conhecimento da composição dos feromônios da rainha é apenas a primeira etapa, porque é necessário estabelecer os diversos mecanismos de difusão dos feromônios no interior da colônia, além dos já conhecidos, como troca de nutrientes, contato corporal e através do ar.

Segundo LEONARDO (1977), o termo feromônio foi criado por KARLSON & LÜSCHER, em 1959. Esse é genérico, pois considera qualquer substância química de um animal que desencadeia uma reação específica se for percebida por outro indivíduo da mesma espécie.

Na década de 1950, BUTLER (1957) e BUTLER & SIMPSON (1958) realizaram os primeiros experimentos com feromônios de rainhas e confirmaram que as substâncias das glândulas mandibulares das rainhas de *A. mellifera* inibem a criação de novas rainhas pelas operárias das colônias. BUTLER & SIMPSON (1958) e BUTLER *et al.* (1961) isolaram a substância identificada como sendo o ácido-9-oxo-2-decenóico (9-ODA) e o classificaram como um feromônio de agregação social que inibe o desenvolvimento dos ovários das operárias de *A. mellifera*, embora seu efeito apresente sinergismo quando associado a outras substâncias que ainda não foram isoladas.

Portanto, quando a rainha envelhece, a produção de feromônios decresce e reduz sua ação. A função das glândulas mandibulares da rainha de abelhas africanizadas é produzir feromônios, sendo que os dois componentes principais são o ácido 9-oxo-2-decenóico (9-ODA) e o ácido 9-hidroxi-decenóico (9-HDA) (LEONARDO, 1982). O 9-

ODA atua como atraente sexual de zangões e inibe o desenvolvimento dos ovários das operárias. Este feromônio, em sinergia com o 9-HDA, controla a renovação das rainhas. Porém, a secreção das glândulas tergaes das operárias não inibe totalmente o desenvolvimento ovariano das operárias (LELOUX *et al.*, 2001), permitindo que as colônias renovem as rainhas e enxameiem (PAIN, 1973).

Os feromônios 9-ODA e o 9-HDA são necessários para o controle e manutenção da coesão do enxame enquanto o enxame está em trânsito (CRAWE & VELTHUIS, 1980, citados por LEONARDO, 1982).

Ao estudar a ação do ácido 9-ODA sintético sobre as rainhas de *A. m. carnica*, para avaliar o seu efeito na produção de células reais (realeiras) em núcleos sem rainhas e com 4.000 operárias de todas as idades, ENGELS *et al.* (1993) concluíram que a dose de 3,75 a 60 µg de 9-ODA reduziu significativamente a produção das realeiras. Estes autores consideraram que uma rainha produz o equivalente a 150 µg 9-ODA por dia e a dose para inibição completa da produção de realeiras está entre 150 e 2.000 µg por dia de 9-ODA.

O número de células reais produzidas em colônias de abelhas africanizadas depende da disponibilidade de alimento na natureza (néctar e pólen), condições ambientais, características genéticas das colônias e tamanho das mesmas e quantidade de alimento armazenado. Segundo ROOT (1978), as operárias iniciam a criação de uma nova rainha no período de cinco a seis horas após as colônias de *A. mellifera* tornarem-se órfãs (BRUNEAU, 1997).

Uma das principais causas da substituição das rainhas em colônias de *A. mellifera* é a produção insuficiente de feromônio por rainhas velhas, forçando a enxameação (BUTLER, 1957). Portanto, os efeitos dos feromônios da rainha podem ser demonstrados quando, ao ser removida a rainha da colônia, as operárias iniciam a construção de células reais.

De acordo com BRUNEAU (1997), entre dez e quinze minutos após as colônias de *A. mellifera* tornarem-se órfãs, as operárias mudam de comportamento e ficam excitadas, pois a casta das operárias percebe a ausência dos feromônios da rainha na ordem de 10 milionésimos da produção diária desses compostos, e cada rainha produz em média 0,0004 g de feromônios reais por dia, mas existem variações que estão relacionadas com a idade, nutrição e estação do ano (1997).

Durante o período de renovação de rainha, a ausência de feromônios reais permite o desenvolvimento dos ovários das operárias, caso não ocorra a renovação, as operárias mais jovens continuam a desenvolver seus ovários e tornam-se operárias ovipositoras, zanganeiras (SAKAGAMI, 1958).

As operárias iniciam a criação de novas rainhas em células próprias ou reformando e alargando células de operárias que contém ovos ou larvas jovens. Após o término do período larval, as pré-pupas tecem o casulo e as operárias operculam as células reais (realeiras), depois aquelas se transformam em adultos. Assim, emerge uma rainha virgem que após 5-6 dias realizará vôos nupciais, e três semanas após a perda ou remoção da rainha obtém-se uma nova rainha em condições de ovipositar (BUTLER, 1975; KURLETTO, 1976; WINSTON, 1981 e FLETCHER & ROSS, 1985).

Apesar de existirem larvas disponíveis durante seis dias após a remoção da rainha de uma colônia, a cada dia que passa diminui o número de células reais (realeiras) construídas pelas operárias. Isto sugere que a presença de larvas de rainhas inibe a produção de células reais adicionais, em função da produção de feromônios (FREE, 1967).

Em *A. mellifera*, o número de realeiras produzidas em colônias com a presença de realeiras variou de 2 a 10 (ROOT, 1978). Por outro lado, as colônias de abelhas africanizadas, em desenvolvimento natural de realeiras, em fevereiro, com rainhas presas em gaiolinhas, modelo Hanemann, produziram de zero a oito realeiras (PEGORARO *et al.*, 1996a). Em colônias de *A. mellifera* e de abelhas africanizadas órfãs e com disponibilidade de néctar e pólen na natureza a produção de rainhas variou, respectivamente, de 11 a 49 e de 0 a 33 células reais nos trabalhos desenvolvidos por (ROOT, 1978 e PEGORARO *et al.*, 1996a).

As colônias de *A. mellifera* com rainhas de 12 e 24 meses de idade reduziram a produção de crias e mel, respectivamente, em 23% e 34% (HAUSER & LENKY, 1994). Sendo que a proporção de cria de operária em relação à de zangão foram em média, respectivamente, de 26,9:1 e 50,5:1. Isto sugere que as rainhas de *A. mellifera* devem ser substituídas anualmente para reduzir o número de zangões, aumentar o tamanho das colônias e aumentar a produção de mel (SZABO & LEFKOVITCH, 1989). Os estudos de SILVA *et al.* (1994) reforçam o fato de que as colônias de abelhas africanizadas com rainha de mais idade reduzem a produção de mel. Esses autores constataram que as colônias cujas

rainhas tinham 15 e 24 meses de idade produziram, respectivamente, 50 e 15 Kg de mel por ano.

Em clima tropical brasileiro, a longevidade média de rainhas de abelhas africanizadas, *A. m. carnica*, *A. m. caucasica* e *A. m. ligustica* foram, respectivamente, de $8,97 \pm 4,92$; $12,17 \pm 7,64$; $9,30 \pm 8,0$ e $5,45 \pm 2,83$ meses (NOGUEIRA-COUTO, 1991). SILVA (1994) observou que das rainhas de abelhas africanizadas criadas pelo método de Doolittle e fertilizadas em núcleo de fertilização com três favos, 20% foram substituídas nos primeiros doze meses e 36,7% mantiveram-se nas colméias por 25 meses após a introdução. As rainhas com procedência de colônias com maior capacidade de produzir mel demonstraram maior capacidade de postura e ciclo de vida mais curto. Isto confirma a correlação existente entre a produção de mel, a população das colônias (operárias forrageiras) e o desgaste provocado nas rainhas pela oviposição (PEREIRA *et al.*, 2000).

A criação de rainhas envolve tecnologia delicada, além do árduo tempo despendido na manipulação das larvas e rainhas. Diversos métodos de criação de rainhas têm sido adotados, entre eles, o de colônia recria. Porém, segundo HAYES JUNIOR (1991), este método tem alto custo e reduz a variabilidade das populações de *Apis*.

Para KERR (1994), no Brasil, 95% dos apicultores não substituem as rainhas das suas colônias. Em colônias fora de controle e em apicultura com baixa tecnologia, a natureza encarrega-se de renovar as rainhas (JEAN-PROST, 1985).

Sabe-se que a falta de método para capturar rainhas é um dos fatores que podem justificar a baixa taxa de renovação das mesmas na apicultura brasileira, pois 95% dos apicultores não renovam suas rainhas (KERR, 1994). Acredita-se que um método eficiente de captura e renovação de rainhas seja necessário para os apicultores substituírem as rainhas em seus apiários, e esse deve estar associado ao melhoramento genético de abelhas africanizadas, para aumentar a produtividade, manter a diversidade genética e não usar acaricidas para o controle da *V. destructor* (PEGORARO, 1997).

3.2.2 Acasalamento das rainhas

Em *A. mellifera*, a poliandria parece ser o meio mais adequado para manter a diversidade genética, pois cada rainha acasala-se, em média, com um número de zangões

entre 7 a 17, e formará o mesmo número de sub-famílias de operárias irmãs e meia-irmãs (WOYKE, 1963; KERR & BUENO, 1970 e OLDROYD *et al.*, 1992). Para LOBO & KERR (1993), a rainha de abelha africanizada acasala-se em média com $16,16 \pm 2,75$ zangões. Desta forma, a diversidade genética das abelhas na natureza aumenta. Estes dados concordam com PALÁCIO *et al.* (1994), que utilizaram 10 zangões para obter 5 mm^3 de sêmen, quantidade esta necessária para inseminar uma rainha de abelha africanizada.

Um zangão produz em torno de 5-6 milhões de espermatozóides e uma rainha quando retorna do vôo nupcial traz aproximadamente 80 milhões de espermatozóides, mas apenas cerca de 5 milhões penetram na espermateca. O sêmen é estocado na espermateca da rainha e liberado quando for necessário para a fertilização dos óvulos (WOYKE, 1988).

As diferenças observadas no número de zangões que fertilizam as rainhas de diferentes subespécies podem ser justificadas em função da densidade de zangões na área de estudo (LOBO & KERR, 1993).

A taxa de renovação de rainhas em períodos de alta e baixa disponibilidade de alimento na natureza foram, respectivamente, de 93% e 63% (SILVA *et al.*, 1994). No verão, a taxa de renovação de rainhas foi de 80% (PEGORARO, 1996a).

Colônias com apenas uma linha paterna demonstram baixa produção de zangões e células reais (realeiras), além de baixo estoque de mel e pólen (FUCHS & SCHADE, 1994). Isto sugere que o método clássico de melhoramento genético em *A. mellifera* através de linhas puras não é o ideal para produzir e renovar rainhas. Por isso, foi proposto um modelo alternativo de renovação de rainhas e melhoramento genético, cujo princípio é manter a diversidade genética (VENCOVSKY & KERR, 1982) e que foi observado por PEGORARO (1997).

As rainhas de abelhas africanizadas acasalam-se em vôos nupciais que ocorrem entre o 6° e o 13° dia após a emergência das rainhas (TEIXEIRA, 1993). Os acasalamentos são realizados longe da colônia de procedência, em locais conhecidos como área de congregação de zangões, onde os machos de diferentes colônias estão reunidos. Segundo STRANG (1970), as áreas de reunião de zangões para fertilizar as rainhas foram descobertas por ZMARLICKI & MORSE, em 1962.

A rainha de *A. mellifera* completa o desenvolvimento de seus ovários entre 5 e 7 dias após esta casta emergir, quando estará apta a realizar o vôo nupcial. Nesta fase, as

glândulas mandibulares produzem feromônios, principalmente o 9-ODA, para atrair os machos e copular. Esse fenômeno biológico ocorre acima de 11 m de altura e a oviposição da rainha inicia-se entre 3 e 5 dias após o vôo nupcial. Após ser fertilizada, ela se estabelece como “mãe” da colônia, passando a exercer a função de inibir o desenvolvimento dos ovários nas operárias, agregar a colônia estimular a construção de células reais e ovipositar (GARRY, 1963).

Nas colônias de abelhas africanizadas as rainhas foram removidas, as colônias não se tornam zanganeiras em até 35 dias após a orfandade (PEGORARO *et al.*, 1996a). Após esse período, uma ou várias operárias da colônia passarão a exercer o papel de “falsa rainha” e ovipositarão ovos haplóides e as colônias tornar-se-ão zanganeiras. Segundo LEONARDO (1982), vinte dias após as colônias tornarem-se órfãs já aparecem operárias com material de reabsorção dos ovócitos, e, nos ovariolos a partir dessa data, normalmente, existem ovos prontos para oviposição e teoricamente essa colônia poderá tornar-se zanganeira a qualquer momento.

3.2.3 Volume do ninho em *Apis mellifera* L.

A presença de ocos de árvore e outras cavidades existentes na natureza exercem pressão de seleção, determinando a sobrevivência das colônias de *A. mellifera*, durante o inverno em clima temperado. A densidade de ninhos registrados pode variar de 0,5 a 7,8 por Km², principalmente em função da disponibilidade de recursos alimentares nos locais em que os estudos são realizados (VISSECHER & SEELEY, 1982 e McNALLY & SCHNEIDER, 1996).

Na vizinhança do parque Ithaca, Nova York, EUA, em área de floresta madura e agricultura, os enxames fora de controle de *A. mellifera* apresentaram área de favos construídos com uma média de $23,400 \pm 6,800$ cm² (SEELEY & MORSE, 1976).

No delta do Rio Okavango, na África, foram registrados ninhos de abelhas africanizadas com densidade de 4,2 a 7,8 colônias por Km². Nas cavidades das árvores, o volume dos ninhos tem em média e desvio padrão de 33,5 e 5,1 L, a área de favos construídos apresentou média de $6,061 \pm 484$ cm² e 78% dos ninhos apresentaram área

média de cria $54,5\% \pm 3,1\%$, área de mel e pólen, respectivamente, de $23,5 \pm 1,9\%$ e $8,3 \pm 0,7\%$ (McNALLY & SCHNEIDER, 1996).

Em relação ao tamanho das colônias, *A. m. carnica* e abelhas africanizadas apresentaram diferenças na área total de favos no ninho, respectivamente, de $\mu = 23,400 \pm 2,470 \text{ cm}^2$ e $\mu = 8,000 \pm 1,031 \text{ cm}^2$ (WINSTON *et al.*, 1981).

Colônias de abelhas africanizadas, no período de agosto a dezembro de 1996, apresentaram em média 34,5% de cria (ovos, larvas e pupas), 27,8% de mel, 10,6% de pólen e 3,1% de cria de zangão (ROCHA *et al.*, 1998).

3.2.4 Interação entre *Apis mellifera* L. e a flora

Para GONÇALVES (2002), entre os principais problemas da apicultura mundial, estão a degradação ambiental e a redução da cobertura vegetal. Portanto, espécies vegetais de múltipla utilidade devem ser plantadas, mas muitos apicultores limitam-se a explorar a vegetação existente, sem melhorar a quantidade e a qualidade e sem buscar o equilíbrio ambiental. Entretanto, existe insuficiência de sementes, mudas e estacas para recompor a flora apícola (SOMMER, 2002).

Há vários estudos sobre a proporção e a importância da interação entre *A. mellifera* com a flora, a fauna e com os ecossistemas, os quais podem ser manejados para favorecer a apicultura. Porém, há pouca informação sobre o melhoramento do pasto apícola. (CHEMAS & RICO-GRAY, 1991 e GOMES *et al.*, 1998).

Quando a apicultura estiver associada com florestas de valor econômico, haverá disponibilidade de néctar e pólen, assegurando a polinização e a produção de sementes para a regeneração das mesmas (HILL & WEBSTER, 1995).

O valor ambiental da apicultura é dado pela interdependência entre a biodiversidade e a polinização das flores das espécies nativas e cultivadas por parte das abelhas que buscam alimento (néctar e pólen) e contribuem para aumentar a produtividade agrícola e a regeneração das espécies nativas (NOGUEIRA-NETO, 1998). Porém, na agricultura, as pulverizações com inseticidas sobre as flores das plantas que necessitam de polinização cruzada reduzem a quantidade dos insetos polinizadores e, conseqüentemente, provocam

redução na produção. Por isso, é importante saber quais são as horas de visita dos agentes de polinização para adequar o melhor período para a aplicação de inseticidas.

Os pomares de macieira em Fraiburgo, Santa Catarina, ocupam áreas extensas. Por isso, o número de agentes polinizadores tende a diminuir, sendo que as abelhas africanizadas representam 73% dos agentes polinizadores dessa cultura (ORTH & ORENHA, 2000). Em Caçador, Santa Catarina, onde os pomares ocupam áreas pequenas em relação a Fraiburgo, o número de agentes polinizadores foi de 33 espécies de Hymenoptera, mas a frequência da visita em flores de macieiras pelas abelhas africanizadas foi de 73% em relação aos outros agentes polinizadores.

A macadâmia (*Macadamai integrifolia* Maiden e Betcher) é uma noz que apresenta alto valor nutritivo e econômico. Na mesma panícula foram registrados, pelo menos, vinte espécies de insetos polinizadores, sendo que 96% da frequência das visitas às flores foram de abelhas africanizadas (PAULINO & MARCHINI, 1998). Porém, essa espécie vegetal ainda é pouco cultivada no Brasil.

O processo evolutivo depende da interação entre as flores das plantas angiospermas e dos agentes polinizadores, razão pela qual existem diferenças nos arranjos florais para atrair os insetos polinizadores. Os guias de nectários são utilizados para maximizar as diferenças entre espécies vegetais e, assim, orientar os insetos polinizadores na busca de recursos alimentares das plantas que lhes oferecem maiores recompensas (PENNY, 1983 e BORG-KARLSON *et al.*, 1996).

As cores das flores estão associadas às fragrâncias e têm como finalidade atrair os polinizadores no ambiente natural (NICOLSON, 1994 e DAFNI & KEVEN, 1996). Nas montanhas caucasianas da Suécia, *Daphne mezereum* é um arbusto de valor apícola, cujas flores são produzidas em ramos do ano, liberando fragrância de forma não rítmica, dia e noite, durante 17 dias (BORG-KARLSON *et al.*, 1996). Desde o início da florada até as flores murcharem, disponibilizando alimento para as operárias forrageiras e competindo com outras espécies vegetais no ambiente natural por insetos polinizadores.

HOWES (1953) afirma que não é possível manter um sistema de cultivo de pasto apícola exclusivamente para produção de mel porque as abelhas interagem com o ambiente natural e a produção vegetal. Portanto, é importante conhecer quais são as interações entre as abelhas africanizadas e as plantas de interesse apícola para propor sistemas que

permitam melhorar o pasto apícola para as operárias desta espécie e das espécies nativas, e assegurar a polinização das flores para garantir a produção de frutos e sementes de valor ecológico e econômico (CHEMAS & RICO-GRAY, 1991 e GOMES *et al.*, 1998). Portanto, as florestas, independentemente de sua finalidade, se econômica, de preservação permanente ou reserva legal, disponibilizam néctar, pólen e própolis às abelhas. Isso assegura a polinização e garante a produção de frutos e sementes, alimento para a fauna e sua regeneração (HILL & WEBSTER, 1995).

O número de visitas em uma flor em um intervalo de tempo está condicionado à quantidade de néctar secretado (WILLIAMS, 1997). Portanto, as operárias forrageiras de *A. mellifera* aprendem rapidamente a associar disponibilidade de alimento com as flores de uma espécie vegetal e utilizar a cor, aroma e a forma das mesmas para identificar a fonte de néctar e pólen disponível, pois os insetos polinizadores comparam a quantidade e concentração de açúcares no néctar das flores e visitam preferencialmente aquelas espécies que oferecem as maiores compensações (GOULSON, 1994). Por isso, as operárias de *A. mellifera* respondem a pequenas variações no volume de néctar em flores de *Oxycoccus palustris* (CANE & SCHIFFHÜTZER, 1997).

Em uma mesma espécie vegetal as operárias forrageiam néctar, pólen ou ambos. A quantidade de pólen coletado por uma colônia de *A. mellifera* depende da quantidade de operárias forrageiras, da quantidade de crias presentes na colônia, sendo que duas variáveis dependem do tamanho da colônia. A presença de larvas estimula a coleta, principalmente, de pólen. Existe correlação direta e positiva entre a quantidade de larvas e a quantidade de pólen coletado em colônias de *A. mellifera* (ALLEN & JEFFREE, 1956; FREE, 1967 e FEWELL & WINSTON, 1992).

Para PANKIN & PAGE (2001), os feromônios de cria de *A. mellifera* atuam no comportamento forrageiro. Porém, esses mecanismos ainda não são conhecidos. Entretanto, a quantidade de feromônio de cria diminui em resposta à entrada de sacarose nas colônias e não apresenta o mesmo grau para a entrada de água.

Nos E. U. A colônias de *A. mellifera* com o mesmo peso apresentaram, variação de 13% a 75% no número de operárias forrageiras que forrageavam pólen (FARRAR, 1973). Em colônias que necessitam de pólen e com aptidão genética para coletá-lo,

aproximadamente 80% das operárias forrageiras transportam este recurso à colônia (FEWELL & PAGE, 1993).

Em Quebec, Canadá, a atividade diária das operárias forrageiras em colônias de *A. m. ligustica* apresentou correlação positiva entre a produção de mel e os fatores ambientais quando a temperatura variou de 13,4°C a 26,8°C e a radiação solar variou entre 0,37 kW⁻¹m⁻² e 0,79 kW⁻¹m⁻² (MARCEAU *et al.*, 1990).

As operárias forrageiras de *A. mellifera* coletam néctar e pólen com temperatura que varia entre 10°C e 38°C, mas quando a temperatura estiver entre 12°C e 16°C as colônias apresentam baixa capacidade de polinizar (atividade forrageira). A atividade das operárias forrageiras se reduz quando a velocidade do vento tem magnitude entre 34 e 40 Km/h (MARTIN, 1975).

Na região de Yucatán, no México, mais de 80% do mel produzido é originário da composição florística capoeira, provavelmente por causa da luminosidade recebida por esse estrato naquela composição florística (CHEMAS & RICO-GRAY, 1991).

Em *Lavatera trimestris* L., o pico de produção de néctar ocorre às 12h e a produção varia entre 1,3 e 2,5 mg /m² (WROBLESKA, 1996).

Eupatorium odoratum (Asteraceae) floresce de novembro a janeiro, e o seu pico de disponibilidade de néctar ocorre entre 13h e 15h, sendo considerada a segunda planta em valor apícola na Tailândia (THAPA & WONGSIRI, 1997).

A disponibilidade de pólen nas flores de *Actinidia deleciosa* (kiwi) para os insetos polinizadores apresenta pico entre 10h e 11h, com queda às 13h (GOODWIN, 1995).

Em Israel, a atividade das operárias forrageiras sobre as flores da *Litchee chinensis* Sonn inicia-se às 06h, mas a disponibilidade de néctar e pólen ocorre entre 06h e 10h, confirmando que cada espécie vegetal tem seu próprio ritmo biológico para disponibilizar alimento para os insetos polinizadores (STERN & GAZIT, 1996).

A concentração de sólidos solúveis (açúcar) no néctar de *Eucaliptus ficifolia* (Myrtaceae) e *M. scabrella* (Mimosaceae) apresenta o seguinte modelo de interação com o ambiente: quando aumenta a umidade relativa do ar (%), o volume de néctar aumenta proporcionalmente com a redução na concentração de açúcares; quando a umidade relativa do ar diminui, a concentração de açúcares no néctar aumenta. Portanto, este modelo pode ser extrapolado para todas as espécies vegetais que disponibilizam néctar para *A. mellifera*

e outros insetos polinizadores (PARK 1929; PEGORARO & CARPANEZZI, 1995 e NICOLSON, 1998).

Na cultura de canola, *Brassica campestris*, (Brassicaceae) a concentração de açúcares no néctar das flores varia de $21,8 \pm 1,74\%$ a $68,4 \pm 0,85\%$, quando a umidade varia, respectivamente, no intervalo de 80 a 90% e de 55 a 65% (WESTCOTT & NELSON, 2001).

Em *Rubinia pseudoacacia* (Fabaceae), a concentração de açúcar no néctar varia de 55,5% a 72,5% (GRUPTA *et al.*, 1992), enquanto que em *Medicago sativa* (alfafa), varia de 16,5% a 52,8%, e o pico de disponibilidade deste recurso ocorre às 10 horas (JAIN, 1993).

Abelhas africanizadas representam 95,18% do total de insetos que buscam alimento nas flores de soja *Glycine max* Merrill, var BRS 133 (Fabaceae), com 77,03% forrageando néctar (CHIARI *et al.*, 2002).

De acordo com PEGORARO & CARPANEZZI (1995), em bracatinga, *M. scabrella*, a produção média é de $120 \pm 40,2$ Kg/ha de mel, porém, e após uma precipitação pluviométrica de 22,3 mm, 24 horas antes da coleta das amostras de néctar reduz, a produção para 65 Kg/ha de mel. Isto sugere que a precipitação pluviométrica reduz a concentração de açúcares no néctar e remove o néctar acumulado nas flores.

As condições climáticas adversas são os principais fatores que reduzem a produção de mel em *Trifolium repens* (Fabaceae) (BOSCH *et al.*, 1996). No caso de *O. Palustris*, quando a umidade relativa varia de 91% a 98% e a temperatura entre 19°C e 23°C, a concentração de açúcares no néctar varia de 21% a 24% (CANE & SCHIFFHAUER, 1997). Assim, as condições ambientais determinam a disponibilidade de recursos alimentares para as abelhas e a concentração açúcares no néctar é determinada pela umidade relativa no ar (PARK, 1929; SZABO, 1980; MARCEAU *et al.*, 1990; NICOLSON, 1994 e PEGORARO & CARPANEZZI, 1995).

O volume de néctar tende a equilibrar-se com a concentração dos açúcares no néctar, pois quando ocorrem variações na umidade relativa do ar, ao longo do dia, a concentração de açúcares no néctar varia de 7 a 70% (NICOLSON, 1998). Portanto, a concentração e a composição dos açúcares no néctar e o volume do mesmo são fatores considerados importantes para atrair insetos polinizadores (KOVÁCS, 1996). Assim, a

correlação entre os fatores ambientais e a quantidade de operárias que transportam recursos alimentares no alvado das colônias é positiva e as variações na produtividade também são atribuídas às condições internas das colônias (NÚÑEZ, 1997 e FUNARI *et al.*, 1996).

O mel e o pólen em colônias de *A. mellifera* são armazenados de forma sazonal porque estão condicionados à disponibilidade de alimento na natureza (vegetação em floração) e ao clima (SOMMER, 1972; HERBERT & SHIMANUKI, 1985; HELLMICH *et al.*, 1985; FATHYY, 1996 e NABORS, 1997).

Na Floresta com Araucária, no sul do Brasil, existem três picos naturais de oferta de néctar e pólen para as abelhas africanizadas (SOMMER, 1972 e PEGORARO *et al.*, 1999). O pico de florada no inverno caracteriza-se pela presença da bracatinga como a principal espécie (PEGORARO & CARDOSO, 1996b). No pico de florada da primavera, as principais composições florísticas são os estágios inicial, intermediário e avançado da floresta que iniciam a florada do princípio de agosto até dezembro (SOMMER, 1972 e PEGORARO *et al.*, 1999). O início do verão, normalmente, é chuvoso, poucas espécies de interesse apícola florescem nesta estação e a produção de mel, geralmente, é insignificante. Porém, em 2003, a *Escallonia montevidensis* Cham. (Saxifragaceae) foi responsável pela produção de mel (PEGORARO, 1997).

No pico de florada que ocorre no final do verão início de outono, predomina o estágio inicial da floresta, de meados de fevereiro até o início de abril (SOMMER, 1972 e PEGORARO *et al.*, 1999).

Os picos de néctar e pólen, em clima tropical, em Nova Odessa, São Paulo, são dois: o primeiro ocorre de meados de fevereiro até meados de maio, e o segundo de meados de junho até o final de setembro (SILVA *et al.*, 1995).

Estudos para conhecer o potencial das espécies vegetais de valor apícola são necessários para subsidiar a reposição da flora apícola nativa e melhorar a rentabilidade dos produtores rurais, como observou LEVY (1998). De acordo com LEVY (1998) e SOUSA (2002), a apicultura é uma alternativa para promover o desenvolvimento sustentável no semi-árido nordestino brasileiro, como forma de fixar o homem no campo. Isto também acontece nas regiões de relevo impróprio para a prática da agricultura mecanizada para diversificar a produção e aumentar a renda, abaixo do paralelo 24, no sul do Brasil.

3.2.5 Produção de mel, pólen e cria

As operárias de *A. mellifera* recolhem dois tipos de recurso alimentar, néctar e pólen. O néctar é transformado em mel para ser consumido como fonte de energia e o pólen é a fonte de proteína básica para o desenvolvimento das larvas (CAMAZINE, 1993).

As reservas de mel e pólen permitem que as colônias de *A. mellifera* satisfaçam suas necessidades nutricionais, gerem calor para as abelhas manterem o equilíbrio térmico na colônia em torno de 34°C, e garantam a sobrevivência das colônias quando os recursos alimentares não estiverem disponíveis na natureza (HELLMICH *et al.*, 1985 e PEARSON & BRAIDEN, 1990).

COUTO (1993) demonstrou que abelhas africanizadas e híbridos desta com abelhas européias, quando submetidos à condição de escassez de recursos alimentares, mantêm a população de suas colônias em média, respectivamente, de 6.500 e 5.500 operárias, enquanto que as colônias de *A. mellifera* de origem européia não sobrevivem em tais condições.

A produção de mel no Brasil é estimada entre 45 e 50 mil toneladas por HORN (1998) e SOMMER *et al.* (2000). Já LENGLER (2002b) afirma que são 30.000 toneladas, sendo 5 mil de mel orgânico (HARKALY, 2000). O mel e os produtos apícolas orgânicos incorporam regras específicas de produção que beneficiam o ambiente, apresentam melhor qualidade, pois são isentos de agroquímicos e medicamentos, e proporcionam maior rentabilidade para os apicultores (SOUZA, 2000).

O pólen é coletado, armazenado e convertido rapidamente em crias de abelhas africanizadas, pois estas apresentam velocidade de crescimento superior à das abelhas de origem européia (NOGUEIRA-COUTO, 1991; TOLEDO, 1991 e COUTO, 1993). O polén é a principal fonte de proteína na dieta da *A. mellifera*, pois contém lipídios, vitaminas e sais minerais necessários para o crescimento e desenvolvimento normal das colônias (McLELLAN, 1977; HERBERT & SHIMANUKI, 1978 e GILLIAM *et al.*, 1980). A proteína bruta em percentagem no pólen das espécies *Malus domestica* (Rosaceae), *Melilotus officinalis* (Fabaceae), *Heliantus annuus* (Asteraceae) e *Brassica campestris* (Brassicaceae) são, respectivamente, de 24,7, 24,0, 14,9 e 25,2 (PERNAL & CURRIE, 2000).

A composição química do pólen é determinada em função da origem vegetal. A percentagem de proteína varia, entre as espécies vegetais, de 15 a 35%, os carboidratos de 25 a 40%, as vitaminas hidrossolúveis, B e C, as lipossolúveis, β -caroteno, de 5 a 9 mg por 100 g de pólen; enquanto que os sais minerais variam de 2,5 a 6%, além de conter fosfatase, amilase e invertase (ESCRIBANO *et al.*, 1999).

A atividade de forrageamento de pólen é um dos mais importantes comportamentos da colônia, mas deficiências no estoque ocorrem devidas à sazonalidade (FATHY, 1996 e NABORS, 1997).

O pólen anemófilo apresenta baixo valor nutritivo quando comparado com o pólen entomófilo. Por isso, as operárias forrageiras não preferem esse tipo de alimento, mas, em épocas de deficiência de pólen entomófilo, as operárias de *A. mellifera* coletam-no. Contudo, presume-se que o desenvolvimento das colônias não seja o mesmo quando comparado com o das colônias alimentadas com pólen de plantas entomófilas (PEARSON & BRAIDEN, 1990).

O comportamento de coleta de pólen em colônias de *A. mellifera* já foi definido por FILMER (1932) e FREE (1967) pelo seguinte modelo: quando a quantidade de ovos e larvas aumenta na colônia, a atividade forrageira das operárias aumenta proporcionalmente. Por este motivo, as colônias em desenvolvimento são mais eficientes para polinizarem macieiras, por exemplo (KURLETTO, 1988).

A produção de ovos, larvas, pupas e mel e pólen armazenados em colônias de *A. mellifera* está condicionada à disponibilidade de néctar e pólen na natureza (FREE, 1969; AL-TKIRITY *et al.*, 1971; BARKER, 1971; TOLEDO, 1991; NOGUEIRA-COUTO, 1991; ECKERT *et al.*, 1994 e FEWELL & WINSTON 1995). As colônias de *A. mellifera* regulam suas atividades forrageiras baseadas na quantidade de pólen estocado, disponível na natureza e na quantidade de ovos e larvas (FILMER, 1932; FREE, 1967; AL-TIKRITY *et al.*, 1972; FEWELL & WINSTON, 1992; ECKERT *et al.*, 1994 e DRELLER & PAGE, 1999).

As operárias regulam o número de zangões adultos nas colônias utilizando duas estratégias, limitando a quantidade de favos construídos e eliminando os mesmos nos períodos de escassez de alimento na natureza (FREE, 1975 e CURRIE & JAY, 1988).

Os resultados obtidos por DRELLER & PAGE (1999) sugerem que a atividade de *A. mellifera* de forragear pólen está diretamente associada ao suprimento ou esvaziamento das células de pólen nas colônias (estoque) e a quantidade de ovos e larva na colônia. Portanto, o estoque de pólen inibe a atividade forrageira desse recurso alimentar porque quando foram adicionados favos de pólen às colônias com a mesma quantidade de ovos e larvas elas foram estimuladas a forragear néctar e o número de operárias forrageiras de pólen reduziu. Embora existam evidências sobre o efeito inibidor do pólen armazenado, os fatores que determinam a atividade forrageira e os mecanismos de inibição de coleta do pólen ainda permanecem sem demonstração.

A quantidade de pólen consumida por larvas e operárias influencia no desenvolvimento das colônias e a sobrevivência das operárias é determinada pela quantidade de proteína do pólen consumido. Portanto, dietas que envolvem o desenvolvimento de glândulas hipofaríngeas (produção de geleia real) em operárias nutrízes influenciam o tamanho da população das colônias de *A. mellifera*. O desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas e dos ovários em operárias recém-emergidas parecem ser medidas seguras da utilização de proteína do pólen, que quando utilizados juntos são bons indicadores da qualidade do pólen consumido (PERNAL & CURRIE, 2000).

3. 2.6 Coleta de pólen

Colônias de *A. mellifera* colhem em torno de 20 Kg de pólen durante um ano e armazenam (no momento de avaliação) em torno de 1 Kg com variação de 119 a 3.296 g entre as colônias (DELIA ALLEN & JEFFREE, 1956).

BUCHMANN *et al.* (1991) analisaram a capacidade de *A. m. ligustica* de coletar pólen e produzir crias, durante 34 semanas. As médias foram, respectivamente, de $70,8 \pm 72,6$ g e 485 ± 542 cm². Estes dados demonstram a variabilidade entre as colônias estas características.

ORTIZ & POLO (1992) observaram a produção de pólen, durante um dia, em três colônias de *A. mellifera*, as quais produziram 3,69 g, 8,06 g e 22,81 g. Estes resultados sugerem que existem diferenças entre as colônias na aptidão em colher esse produto e no tamanho das colônias.

ECKERT *et al.* (1994) observaram colônias de *A. mellifera* em desenvolvimento e desenvolvidas, com média e desvio padrões, respectivamente, de 1.600 ± 80 e 9.600 ± 480 cm² de crias. Nestas colônias, a percentagem de operárias que transportavam pólen na entrada das colméias foram, respectivamente, de $36 \pm 5\%$, e $19 \pm 2\%$. Assim, segundo KURLETTO (1989), para a polinização de macieiras, recomenda-se usar colônias em desenvolvimento.

Em colônias de *A. mellifera*, a área de crias e a quantidade de pólen e mel armazenado apresentaram correlação positiva e significativa com a atividade forrageira (BARKER, 1971). As colônias regulam a intensidade da atividade das operárias forrageiras em função da disponibilidade de recursos alimentares na natureza, das condições ambientais e internas das colônias (CAMAZINE, 1993).

No início da africanização, em 1963, na região de Araucária do Paraná, os coletores de pólen não eram aceitos pelas colônias de abelhas africanizadas. Porém, por meio de seleção com acasalamentos ao ar livre e retrocruzamentos com *A. m. carnica* esse comportamento mudou (KURLETTO, 1989).

Em abelhas africanizadas, quando os coletores de pólen foram usados continuamente, a produção de pólen aumentou em 66,12 % em relação àquela obtida quando o uso não foi contínuo (SALOMÉ, 2000).

As colônias de *A. mellifera* regulam a quantidade de mel e pólen estocados independentemente um do outro (FEWELL e PAGE, 1993). Entretanto, o uso de coletor de pólen diminui a quantidade de pólen armazenado e de crias nas colônias de *A. mellifera*. Acredita-se que isto seja uma tentativa de manter as colônias em desenvolvimento, pois elas aumentam a proporção de operárias coletoras de pólen (FEWELL & WINSTON, 1992; CAMAZINE, 1993; ECKERT *et al.*, 1994 e FEWELL & WINSTON, 1995). Portanto, a retirada de pólen por meio do coletor obriga as operárias forrageiras a coletar mais esse recurso, mas diminui o número de operárias coletoras de néctar. Portanto, o estoque de mel é reduzido e, conseqüentemente, a produção. Por isso, em colônias de *A. mellifera*, a reposição do estoque com mel ou xarope são importantes para a manutenção das colônias das quais se retira pólen (ALLEN & JEFFREE, 1956).

Os coletores de pólen utilizados em colônias de *A. mellifera* apresentam eficiência de 33% a 66%. Um dos fatores que influenciam esta variação é o tamanho das pelotas que

passam através das telas com mesma espessura e diâmetro dos orifícios (LEVIN & LOPER, 1984). Assim, A eficiência do coletor de pólen depende da espessura da tela e do diâmetro de seus orifícios, pois orifícios de 4,8 mm, 4,6mm 4,4 mm e 4,3 mm apresentaram eficiência média de, respectivamente, 18%, 48%, 34% e 37% (SILVA & MESSAGE, 1998).

AKATSU & PEGORARO (2001) avaliaram um modelo de tela de coletor de pólen com espessura da tela de 4 mm e diâmetro dos orifícios de 4,5 mm e observaram variações na eficiência entre colônias de abelhas africanizadas de 32% a 52%, com média e desvio padrão de 35,8 e 11,83%, quando o diâmetro do tórax das operárias forrageiras era em média de $3,859 \pm 0,14$ mm com amplitude de 3,60 mm a 4,12 mm. O diâmetro do tórax das operárias era inferior ao diâmetro da tela do coletor de pólen, justificando, assim o uso desse modelo de tela para coletores de pólen de abelhas africanizadas na região de Mandirituba, Paraná.

Em clima tropical, as variações da eficiência média das telas de coletores de pólen são, em média, de $68 \pm 23,7\%$ em colônias de abelhas africanizadas (FUNARI *et al.*, 1998).

3.2.7 Métodos de seleção de colônias de *A. mellifera*

Os nutrientes utilizados por *A. mellifera* para produzir mel, pólen, própolis e veneno não são fornecidos pelo homem, mas são forrageados livremente na natureza, onde as influências ambientais não podem ser controlados (RUTTNER, 1968). Por isso, existem variações na produção de mel de ano para ano.

Assim, é necessário selecionar continuamente colônias de abelhas africanizadas para aproveitar as boas características genéticas destas, mediante programas de melhoramento de abelhas africanizadas associados à sua rusticidade e produtividade (SOMMER, 1989; GONÇALVES, 1992 e LEVY, 1998).

A. mellifera apresenta características especiais que a diferencia de outros animais domésticos, tais como poliandria da rainha, característica esta responsável pela formação de 7 a 17 subfamílias, pela diploidia da rainha e das operárias e pela haploidia dos zangões. Isto dificulta a aplicação dos métodos clássicos de seleção dos animais domésticos ao gênero *Apis* (COLLINS *et al.*, 1984; OLDROYD *et al.*, 1992; BREED *et al.*, 1994 e MAGNUM, 1997).

O conceito clássico de seleção e evolução é que os indivíduos mais aptos sobrevivem e os com menor grau de adaptação morrem. Considerando-se este princípio, nos EUA e na Europa procedeu-se à busca de linhagens de *A. mellifera* tolerantes à *Varroa*. No entanto, esse método leva à perda da variabilidade genética e não se obtém o sucesso esperado (DE JONG, 1998).

Operárias de *A. mellifera* têm a habilidade para detectar e remover crias doentes do seu ninho antes que os microorganismos patogênicos alcancem o estágio infeccioso (ROTHENBUHLER, 1964). Logo, o comportamento higiênico é um mecanismo de tolerância de *A. mellifera* às doenças como a cria pútrida americana, causada pela bactéria *P. larvae larvae*, e a cria giz, causada pelo fungo *Ascosphaera apis*. Porém, o hábito higiênico ocorre em aproximadamente 10% das colônias, ou seja, com baixa frequência, na população de *A. mellifera* (SPIVAK, 1996; MANGUM, 1997 e BOECKING & SPIVAK, 1999).

No oeste europeu, algumas colônias de *A. m. carnica* detectam e removem pupas infestadas com *Varroa* (BOECKING & DRESCHER, 1991). No entanto, Segundo SPIVAK (1997, 1998), poucas colônias de *A. m. ligustica*, nos EUA, removem 100% das pupas congeladas. Isso foi demonstrado através do coeficiente de correlação que, após seis dias da introdução deste material nas colônias, foi de 95% de material removido; a idade das pupas era desconhecida e os valores foram de $r = 0,4752$ e $p = 0,07$. Assim, colônias de *A. m. ligustica*, especialmente, selecionadas para o comportamento higiênico, removem significativamente mais pupas infestadas do que as colônias que não apresentam comportamento higiênico (SPIVAK, 1996). Essas observações indicam que existe a possibilidade de selecionar colônias de *A. m. ligustica* com capacidade de remover pupas infestadas com *Varroa*.

GRAMACHO & GONÇALVES (1997) demonstraram que as colônias de abelhas africanizadas apresentam comportamento higiênico quando, após 24 horas, as operárias removem pelo menos 80% das pupas mortas com alfinete entomológico. Eles usaram dois métodos de remoção de pupas, congeladas e perfuradas com alfinete entomológico, e não ficou demonstrado que existem diferenças significativas entre ambos. ENGELS *et al.* (1986) observaram que 23,8% das colônias de abelhas africanizadas testadas apresentam comportamento higiênico, contra menos de 10% em abelhas de origem européia.

A herdabilidade para reduzir o a duração do estágio pupal em *A. mellifera*, para as operárias filhas de rainhas irmãs foi em média de $0,31 \pm 0,10$ e com coeficiente de regressão $r = 0,59$. Isto sugere que existe a possibilidade de seleção para essa característica (LE CONTE *et al.*, 1994 e PÉREZ-SATO & CERVANTE-SANTANA, 2001). Os estudos de herdabilidade desenvolvidos por MORETTO *et al.* (1991a), em abelhas africanizadas, quanto à capacidade de remover pupas infestadas com *V. destructor*, apresentou coeficientes de herdabilidade média mais elevado, de $0,71 \pm 0,4$.

HARBO (1993) afirma que a correlação entre a duração do estágio pupal de *A. mellifera* e o grau de infestação com *Varroa* é significativa. Colônias de *A. mellifera* com população de média de 8.578 ± 111 operárias e 148 fêmeas de *Varroa*, apresenta uma redução de 41 ácaros para cada hora de redução do estágio pupal.

DEGRANDI-HOFFMAN & BEEPOP *et al.* (1989) realizaram seleção para encurtar o ciclo das pupas de *A. mellifera* visando obter colônias tolerantes à *Varroa*, pois após as pupas de *A. mellifera* emergirem, as operárias adultas destroem as protoninfas de *Varroa*. O ciclo das pupas de operárias de abelhas africanizadas foi reduzido de um a dois dias em relação às colônias de *A. mellifera* não selecionadas e de origem européia.

Os fatores que limitam o crescimento da população de *Varroa* em linhagens de *A. mellifera*, na América do Norte e Europa, são a redução do estágio de pupas, a menor atratividade dos ácaros pelas operárias e diferenças na taxa de fertilidade das fêmeas do ectoparasita (OTTEN & FUCHS, 1990 e HARBO, 1993).

Existem diferenças significativas entre as colônias de abelhas africanizadas e *A. mellifera* infestadas com *V. destructor* no Brasil, no Uruguai e na Tunísia (CAMAZINE, 1986 e ENGELS *et al.*, 1986). No Brasil, os tratamentos não são necessários (DE JONG, 1998), pois as abelhas são tolerantes à *V. destructor*, com três níveis de tolerância à infestação (PEGORARO *et al.* 2000). Porém, a situação é diferente na Argentina e no Chile, onde os tratamentos são obrigatórios.

Criar linhagens de abelhas africanizadas tolerantes à *V. destructor* é uma solução para a apicultura brasileira (BOECKING & RITTER, 1994 e GUZMAN *et al.*, 1996). Entretanto, na seleção não basta apenas criar rainhas descendentes das melhores colônias, mas será necessário elaborar programas de seleção contínuos em nível regional com a finalidade de manter a rusticidade desta abelha, eliminando as colônias com baixa

produtividade, tendência à enxamear, manter a diversidade genética o máximo possível e com baixo grau de infestação com *V. destructor*. Assim, poderá ser mantida a diversidade genética e no futuro não precisar utilizar controle químico (GONÇALVES, 1992 e PEGORARO *et al.*, 2000).

PÉREZ-SATO & CERVANTE-SANTANA (2001) desenvolveram um método para selecionar populações de abelhas africanizadas tolerantes à *V. destructor* seguindo as seguintes etapas: criar rainhas pelo método Doolittle, das colônias menos infestadas e com boas características apícolas; fecundar as rainhas ao ar livre (núcleos de fertilização) e avaliar a progênie quanto à uniformidade de postura e outras características apícolas desejáveis. Após três gerações, a percentagem média de infestação com este ácaro foi reduzida de 15,34 para 2,95%.

Após 13 anos de seleção em *A. m. ligustica* para aumentar a produtividade de mel, BAR-COHEN *et al.* (1978) conseguiram coeficiente de herdabilidade média estimado de 0,54 e aumento na produtividade médio de 17 Kg/colônia/ano.

A produção de mel pode variar, sendo o coeficiente de herdabilidade para esta característica entre 0,20 e 0,92, em função dos locais e das estações do ano (COLLINS *et al.*, 1984).

De acordo com MANNING (1996), a renovação das rainhas de *A. m. ligustica* criadas em colméias recria pelo método clássico resultou, após 11 anos, em um aumento de 35% na produção de mel em relação ao grupo de colônias não selecionadas.

Métodos alternativos ao modelo clássico de seleção através de linhas puras, utilizadas para melhoramento animal, estão sendo desenvolvidos (KEFUSS, 1978). Tanto o comportamento higiênico como a aptidão para a coleta de pólen são características com possibilidade de seleção, em colônias de *A. mellifera*. Portanto, deve-se aumentar a frequência de genes com estas características mediante acasalamentos naturais ao ar livre que contribuem para aumentar a diversidade genética em *A. mellifera*.

Em abelhas africanizadas realizou-se um programa de melhoramento adaptado às condições da Região Metropolitana de Curitiba e às características biológicas das abelhas africanizadas com a seguinte ordem de atividades: criação de rainhas em colméia recria fertilizadas ao ar livre das rainhas descendentes de abelhas africanizadas x *A. m. carniça*, observação destas quanto à agressividade e a produção de mel, seleção das linhagens

produtoras de mel com equilíbrio na quantidade de cria, alimento e operárias adultas e baixo grau de agressividade (KURLETTTO, 1976).

SOMMER (1976), após cinco anos de seleção, obteve 25% de aumento de produtividade, utilizando o método de eliminar as colônias com produção abaixo da média de cada apiário, anualmente, e manter as colônias com produção de mel acima da média do apiário. Em abelhas africanizadas, observou-se que há três grupos homogêneos quanto à proporção entre a área de cria (ovos/larvas e pupas) dividida pela área de recursos alimentares (mel e pólen) na região de Mandirituba, PR, sugerindo que há populações diferenciadas com relação à transformação de alimento em cria (PEGORARO, 1997).

As quantidades de cria (ovos, larvas e pupas) não são variáveis adequadas para selecionar linhagens de *A. mellifera* para produção de mel (SOLLER-COHEN, 1967), provavelmente porque o alimento armazenado (mel e pólen) é convertido em crias.

As abelhas africanizadas apresentam alta variabilidade genética, facilitando a seleção massal (ALMEIDA *et al.*, 2000), pois em uma população base de 100 colônias capturadas, com 23 L de volume, para seleção de mel e própolis, 25% das colônias produziram própolis acima da média da população base, das quais duas colônias foram selecionadas por produzirem maior quantidade e qualidade de própolis e uma colônia por produzir a maior quantidade de mel da população das colônias em estudo.

Existem diferenças entre as linhagens de *A. mellifera* quanto à capacidade de armazenar pólen, pois existem colônias com alta e baixa capacidade de estocar este recurso alimentar, em média, respectivamente, de 78,7cm² e 22,2cm². Na primeira geração, a diferença média entre as duas linhagens foi de 56,5 cm². Esta aumentou na segunda, terceira e quarta gerações, quando chegou a 212,3 cm² e as linhagens com alta e baixa capacidade de armazenar pólen, armazenaram em média, respectivamente, 278,1 cm² e 65,8 cm² de pólen. Portanto, parte destas variações são atribuídas à origem genética das abelhas (HELLMICH *et al.*, 1985).

MACKENSEN & NYE (1969) utilizaram o método de seleção bidirecional com linhagens de *A. mellifera* com alta e baixa preferência para colher pólen de alfafa e após seis gerações as colônias das duas linhagens apresentaram, respectivamente, 86% e 8% da preferência para colher pólen desta espécie.

As linhagens de *A. mellifera* selecionadas para armazenar pólen, após três gerações, aumentaram a capacidade em seis vezes em relação às linhagens com menor capacidade para coletar este recurso (GORDON *et al.*, 1995).

As variáveis áreas de mel e pólen armazenados apresentaram coeficiente de herdabilidade médio e alto, respectivamente, de 0,42 e 0,97 (COUTO, 1987), salientando que a herdabilidade também é influenciada por fatores ambientais.

3.3 *Varroa*

3.3.1 Histórico da expansão da *Varroa*

O ácaro ectoparasita *Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904 (Acari, Mesostigmata Varroidae), foi descrito a partir de exemplares coletados em pupas de *Apis cerana* Fabricius, 1793 (= *Apis indica* Fabricius, 1789), em Java, no Sudeste Asiático (DELFINADO & BAKER, 1974). Em 1949, havia notícias da presença de *V. jacobsoni* perto de Moscou parasitando *A. mellifera* (LANGHE & NATASKII, citados por DE JONG, 1984a), tornando-se o principal problema da apicultura mundial (RATH, 1999).

O ácaro *V. jacobsoni* é um ectoparasita de adultos e crias de *A. cerana* e *A. mellifera* e possui pré-adaptação para reproduzir-se em crias de operárias e zangões de *A. mellifera* (DE JONG, 1988 e ROSENKRANZ 1996). O habitat natural de *V. jacobsoni* corresponde à distribuição geográfica da *A. cerana* com expansão para o Sudeste da China, Indonésia, Afeganistão e Japão, onde *A. mellifera* não ocorre naturalmente (DE JONG *et al.*, 1982a).

Estudos genéticos indicam que existem dois genótipos de *V. jacobsoni*, J e R, sendo este último predominante enquanto que o J é encontrado apenas na Ásia. Porém, segundo ANDERSON & FUCHS (1998) este é o tipo de *Varroa* que Oudemans descreveu em 1904, e não o tipo que se dispersou no mundo inteiro.

Desde 1970, a mortalidade de colônias não tem sido observada no Japão (T. Yoshida, comunicação pessoal, citado por GUZMAN & RINDERER, 1998). Isso reforça a hipótese de que a menor virulência da *Varroa* entre abelhas africanizadas no Brasil é devida ao genótipo de *Varroa* do “tipo” J, menos virulento (GUZMAN & RINDERER, 1999a).

Atualmente, são conhecidos 20 genótipos de *Varroa*, dos quais três infestam colônias de *A. mellifera*. O genótipo javanês, descrito por Oudemans, penetra na cria de *A. mellifera*, mas não se reproduz dentro da colônia. Conseqüentemente, é um habitante temporário em colônias desta espécie (ANDERSON, 1994 e ANDERSON & FUCHS, 1998). Os genótipos coreano e japonês/tailandês de *Varroa*, ao contrário, se reproduzem dentro das colônias de *A. mellifera* (DELAPLANE, 2001).

Até 2000, o ectoparasita (*Varroa*) da *A. mellifera* era referenciado como *Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904, porém, o trabalho sobre a identidade taxonômica e genética da *Varroa*, realizado por ANDERSON & TRUEMAN (2000), indicaram que se tratava de outra espécie, descrita como *Varroa destructor* Anderson e Trueman, 2000.

Para ANDERSON & TRUEMAN (2000), *V. jacobsoni* apresenta comprimento médio de $1063,0 \pm 26,4 \mu\text{m}$ e largura de $1506,8 \pm 36,0 \mu\text{m}$, enquanto que o comprimento e a largura de *V. destructor* são, respectivamente, de $1167,3 \pm 26,8 \mu\text{m}$ e $1708,9 \pm 41,2 \mu\text{m}$.

Como *A. cerana*, abelha asiática, é o hospedeiro original da *Varroa*, essa abelha remove uma maior percentagem de pupas infestadas nas colônias (comportamento higiênico) que *A. mellifera*. Assim, interrompe o ciclo de vida do ácaro e reduz o grau de infestação nas colônias (PENG *et al.*, 1987a). Esse ácaro alimenta-se de hemolinfa de seu hospedeiro e se reproduz dentro das células com cria de operárias e zangões (BOBB & MARTIN, 1997). Sua dispersão dentro das colônias pode ocorrer tanto no estágio de fêmea adulta quanto no de deuteroninfa (DELFINADO-BAKER *et al.*, 1992).

A relação entre hospedeiro original e o ectoparasita é utilizada como modelo para pesquisar a tolerância de *A. mellifera* à *Varroa*, pois os mecanismos de defesa da *A. cerana* (*grooming* e comportamento higiênico) contra este ácaro também estão presentes em *A. mellifera* na Europa e nos EUA, mas esta necessita de tratamento anual contra a *Varroa* (BOECKING & SPIVAK, 1999).

A propagação de *Varroa* para o centro da Europa ocorreu, provavelmente, a partir da União Soviética, tanto pela migração de colônias como pela importação de rainhas (SHABANOV *et al.*, 1978). Segundo DE JONG *et al.* (1982a), não está clara a época em que a *Varroa* começou a parasitar *A. mellifera* na Rússia, mas este ácaro foi encontrado parasitando *A. cerana* no Leste desse país em 1952.

Há indícios de que o hábito comum, por parte dos apicultores, de retirar favos contendo cria de *A. cerana* e introduzi-los em colônias de *A. mellifera*, visando reforçá-las, tenha contribuído para a adaptação da *Varroa* a este hospedeiro (FLECHTMANN, 1984).

A dispersão da *Varroa* pelo mundo ocorreu em função da apicultura migratória; do transporte de colônias via operárias forrageiras; saque em colônias infestadas; enxames migratórios, transporte de colônias de *A. mellifera* pelo homem na região de ocorrência natural de *A. cerana* e transporte de rainhas por todas as partes do mundo e à entrada de zangões infestados com este ectoparasita nas colônias em busca de rainhas virgens para fertilizá-las (CRANE, 1978; DE JONG 1984a; FLECHTMANN, 1984 e DELFINADO-BAKER *et al.*, 1992).

Entre o final de 1960 e o início de 1970, a área de infestação com este ácaro no Leste Europeu aumentou, expandindo-se rapidamente na Ásia, Europa, África e América do Sul (DE JONG *et al.*, 1984a).

A primeira ocorrência de *Varroa* na América do Norte foi constatada em Wisconsin, sendo registrada oficialmente em fevereiro de 1988 por NEEDHAM (1988), em seguida por SHIMANUKI (1989). Este ácaro já havia sido encontrado no Estado do Texas, em 1984, infestando colônias de *A. mellifera*, mas sua ocorrência só foi publicada em novembro de 1988 (TABER, 1988). Neste mesmo ano, a *Varroa* já encontrava-se no estado da Flórida (HARBO & ZULHKE, 1988). Porém, ainda é incerto como a *Varroa* entrou nos Estados Unidos (BAUTZ & COGGINS, 1992).

Para NEEDHAM (1988), no final da década de 80, este ácaro estava difundido em pelo menos dezenove estados nos EUA, via apicultura migratória, transporte de rainhas e pacote de abelhas para polinização das culturas de interesse econômico. Em 1999, a *V. destructor* era encontrada em todos os estados dos EUA (ELZEN *et al.*, 1999).

Em agosto de 1997, a *Varroa* já se encontrava em Stellenbosch, na África do Sul (GOVAN e DAVISON, 1997).

A *Varroa* foi detectada pela primeira vez na América do Sul em Assunção, Paraguai, em 1973 (MONTIEL, 1984). Apicultores do Estado de São Paulo foram ao Paraguai, em 1972, e obtiveram abelhas rainhas, com operárias acompanhantes, que tinham sido importadas do Japão para o Paraguai (DE JONG *et al.*, 1982a), sem saber que as mesmas estavam infestadas com o ácaro (MORETTO *et al.*, 1991a). A espécie foi

registrada, no Brasil, em 1978, na região de Piracicaba e Rio Claro, São Paulo. Naquela época, sua disseminação foi prevista para todo o país num prazo máximo de 10 a 15 anos (ALVES *et al.*, 1978) e foi isso o que aconteceu.

A presença de *Varroa* foi constatada, em seguida, em outros municípios de São Paulo e nos estados de Minas Gerais, Paraná e Piauí (DE JONG & GONÇALVES, 1981). Atualmente, este ectoparasita encontra-se em quase todos os estados brasileiros (NOGUEIRA-COUTO, 1991). Em Roraima, foi registrado pela primeira vez em 1998 (SILVA & CASADIO, 2000).

O primeiro foco de infestação com *V. destructor* em abelhas africanizadas no Paraná foi observado na comunidade de Água das Pedras, no Município de Ortigueira, em junho de 1978 (BARANCELLI *et al.*, 1984).

3.3.2 Biologia de *V. destructor*

A fêmea adulta de *V. destructor* é oval, achatada dorsoventralmente. Seu comprimento e largura médias são respectivamente, de 1,0 mm e 1,6 mm. As peças bucais são funcionais para se alimentar da hemolinfa das pupas e dos adultos de *A. cerana* e *A. mellifera* (BAUTZ & COGGINS, 1992). A fêmea é mais esclerotizada em relação ao macho. Suas pernas são fortes, com tarsos alargados e adaptados para andar sobre o corpo dos hospedeiros (DELFINADO-BAKER *et al.*, 1992). As fêmeas jovens fertilizadas se reproduzem dentro das células de pupas de *A. mellifera* no interior das colônias (DE JONG *et al.*, 1984b e MESSAGE, 1986).

O macho tem 0,97 mm e 0,93 mm, respectivamente, de comprimento e largura (GALTON, 1971), e parasita apenas os estágios imaturos das pré-pupas ou das pupas de *Apis* (DE JONG *et al.*, 1984b e MESSAGE, 1986).

Este ácaro aloja-se sobre o corpo das operárias adultas de *A. cerana* e *A. mellifera*, preferencialmente sobre o tórax e nos lados do terceiro e quarto segmentos abdominais, fixando-se fortemente e movendo-se rapidamente na superfície do corpo das operárias e zangões. *V. destructor* causa danos principalmente à *A. mellifera*, por esta não estar adaptada ao seu ectoparasitismo (DELFINADO-BAKER *et al.*, 1992).

O ácaro vive na obscuridade, no interior das colônias, o olfato e paladar são captados por pêlos sensitivos e terminações nervosas que se encontram nas extremidades das pernas e nas peças bucais, que são utilizadas para identificar substâncias aromáticas e avaliar o material onde as fêmeas ovipositarão (RICKLI, 1995). Apenas a fêmea pode viver fora dos alvéolos, invadir novos hospedeiros e sobreviver durante o inverno, mesmo na ausência de pupas de *A. cerana* e *A. mellifera*, sendo que a ausência da rainha aumenta significativamente o grau de infestação em pupas de abelhas africanizadas (CREMONEZ & DE JONG, 2000).

Para RICKLI (1995), bioensaios demonstraram que este ácaro identifica e se orienta através de substâncias aromáticas e do odor das larvas vivas de *A. mellifera*, que atrai 85% das fêmeas observadas. Para atrair as fêmeas de *Varroa* na mesma proporção, é necessária uma quantidade 800 vezes maior de ácido palmítico quando comparado com o extrato de larvas de operárias com cinco dias de idade. Isto sugere que existe efeito de sinergismo entre as substâncias extraídas do extrato das larvas de *A. mellifera*. A fêmea desse ectoparasita também diferencia pré-pupas e paredes das células dos alvéolos e oviposita tanto em células de zangões como de operárias (DE JONG, 1988 e BOECKING & RITTER, 1994).

Segundo LE CONTE (1989), as fêmeas adultas de *Varroa* invadem os alvéolos das pré-pupas de *A. mellifera* com 20 a 40 horas antes dos mesmos serem operculados. O fator temperatura tem papel importante na relação abelha-ácaro porque o metil palmitato foi um componente ativo a $32^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, mas quando a temperatura era de 22°C este produto foi inativado quanto à atratividade pelas fêmeas de *Varroa* (BOOT *et al.*, 1992).

3.3.3 Mecanismos de tolerância de *A. mellifera* à *Varroa*

Para ROSENKRANZ (1999), o termo tolerância à *Varroa* é definido como sendo a capacidade de uma colônia coexistir com uma infestação desse ectoparasita sem a necessidade de tratamento. A tolerância é considerada um fenômeno que envolve mecanismos multigênicos.

O grau de infestação com *Varroa* está associado à capacidade das operárias de *A. mellifera* livrarem-se desse ácaro pelo *grooming* e removerem pupas infestadas pelo

comportamento higiênico (PENG *et al.*, 1987b; MORETTO *et al.*, 1997 e BOECKING & SPIVAK, 1999). As percentagens de remoção de *Varroa*, em operárias de *A. cerana* e *A. mellifera* infestadas artificialmente foram, respectivamente, de 99,6% e 30% (PENG *et al.*, 1987a).

As pupas de operárias de *A. mellifera* são duas vezes mais atrativas à *Varroa* quando comparadas às pupas de operárias de abelhas africanizadas (GUZMAN *et al.*, 1996; LOBB & MARTIN, 1997).

O desenvolvimento da população de *Varroa* é menor em *Apis mellifera capensis* Escholtz do que em *A. m. carnica*, em função da maior eficiência do comportamento higiênico e do estágio de pupa ser mais curto do que o da *A. m. carnica* (CALATAYUD & VERDÚ, 1993).

Nas colônias de *A. cerana* em que as pupas das operárias foram infestadas artificialmente com fêmeas de *Varroa*, 75% destas desapareceram em sete dias (ROSENKRANZ *et al.*, 1993), e 84% foram removidas entre dois e seis dias após as pupas serem operculadas (BOOT *et al.*, 1999).

O ciclo anual de infestação com *Varroa* demonstrou que também as abelhas africanizadas são mais tolerantes do que a *A. m. carnica* a este ácaro (ENGELS *et al.*, 1986).

GUERRA *et al.* (1994) demonstraram que em abelhas africanizadas, a capacidade de remover pupas infestadas com *V. destructor* varia 12,50% a 85,71% contra 0% a 55% em híbrido de *A. m. ligustica* x abelhas africanizadas. As colônias de abelhas africanizadas apresentam capacidade de livrarem-se da *Varroa* infestadas artificialmente, nove vezes superior à *A. m. ligustica* (MORETTO *et al.*, 1991a). Entre as colônias de abelhas africanizadas existiram variações de 10% a 70% para essa variável.

Dentro de um mesmo apiário de abelhas africanizadas, o grau de infestação com *Varroa* em operárias adultas pode variar, formando três grupos distintos de colônias quanta à tolerância (PEGORARO *et al.*, 2000).

De acordo com ROSENKRANZ & ENGEL (1994), em abelhas africanizadas, no Brasil tropical, 40% das fêmeas de *V. destructor* que infestam pupas de operárias são incapazes de reproduzir-se, mas em abelhas de origem européia esta taxa variou de 10 a 20%. Portanto, a baixa fertilidade de *V. destructor* em pupas de abelhas africanizadas é semelhante à de *A. cerana*, hospedeiro natural deste ácaro.

MORETTO & GONÇALVES (1997) observaram que 55,75% das fêmeas adultas de *V. destructor* deixaram algum tipo de descendente (ovos, pré-pupas e adultos jovens) em colônias de abelhas africanizadas, mas que o comportamento de defesa das colônias é acionado quando as operárias reconhecem as pupas infestadas, apesar destas liberarem menos feromônios dificultando sua detecção (ROSENKRANZ *et al.*, 1993 e RICKLI, 1995).

A não reprodução de *Varroa* é uma característica que deve ser considerada e associada à tolerância em colônias de *A. mellifera* (CAMAZINE, 1986; HARBO, 1993; DE JONG, 1998 e SPIVAL & DOWNEY, 1998). As rainhas de abelhas africanizadas destas colônias devem ser multiplicadas com o cuidado de manter a diversidade genética e a produtividade de mel e pólen (PEGORARO *et al.*, 1999 e PEGORARO *et al.*, 2000).

A maior parte das colônias de abelhas africanizadas tornam-se agitadas após a infestação artificial com *V. destructor* (MORETTO *et al.*, 1991a). Entretanto, em *A. m. ligustica*, esse movimento foi considerado de menor intensidade e não foi quantificado.

Para COUTO (1987), cada fêmea de *V. destructor* introduzida em um alvéolo de operária de abelhas africanizadas produz em média 1,97 descendentes e que 0,94 destes chegam à fase adulta, reduzindo a população do ácaro. Mas, na Alemanha, cada fêmea do ácaro pode produzir em média três filhas férteis (adultas) por geração em pupas de operárias de *A. m. carnica* (REHM & RITTER, 1989). Isto sugere que a menor capacidade reprodutiva de *Varroa* seja um componente importante na tolerância de abelhas africanizadas.

O tamanho dos alvéolos afeta o grau de infestação com *V. destructor*, uma vez que zangões criados em seus próprios alvéolos são mais infestados do que aqueles desenvolvidos em alvéolos de operárias (MESSAGE, 1986). Portanto, as operárias de abelhas africanizadas desenvolvidas em alvéolos pequenos apresentaram taxa de infestação inferior à das operárias criadas em alvéolos maiores (MESSAGE & GONÇALVES, 1995). Estes autores demonstram que as células de cria de abelhas africanizadas com diâmetro de 4,5 a 4,6 mm e volume entre 175 μ L e 195 μ L, apresentaram menor grau de infestação quando comparadas com *A. m. ligustica*, com células de diâmetro de 4,9 a 5,1 mm e volume que variou entre 240 μ L e 260 μ L. Porém, os favos velhos possuem alvéolos menores que os favos novos e as pré-pupas dos favos velhos atraem mais *V. destructor*

(PICCIRILLO & DE JONG, 2000). Isto reafirma a necessidade de se renovar os favos velhos como rotina no manejo dos apiários.

3.3 4 Danos e grau de infestação

A *Varroa* não causa danos expressivos às espécies de *Apis* nativas da Ásia, *A. cerana*, porque elas se desenvolveram no mesmo habitat, mas é altamente prejudicial às subespécies de *A. mellifera*, pois estas não apresentam resistência natural a este ácaro (MORSE & GONÇALVES, 1979).

Até o início de 1970, a *Varroa* não era considerada um problema para a apicultura mundial (MORETTO, 1991b), porém, atualmente, tem causado danos à atividade apícola em todo o mundo por causa da baixa adaptabilidade natural da *A. mellifera* a este ácaro.

O potencial reprodutivo de *Varroa* está relacionado com outros fatores tais como raça, linhagem, clima e velocidade de infestação, que podem afetar o desenvolvimento da população do ácaro. Assim, o grau de infestação é considerado crítico quando estiver em torno de 10% (FRIES, 1994 e SZABO & WALKER, 1996).

Segundo FRIES *et al.* (1994), colônias de *A. mellifera* na Europa Central, infestadas, inicialmente, com 10 fêmeas de *Varroa*, depois de quatro anos poderiam ter uma população de aproximadamente 10.000 fêmeas adultas. Em clima temperado, colônias de *A. mellifera* podem iniciar a falência quando a população de *Varroa* atingir 13.000 ácaros (AL-GHAMDI & HOOPINGARNER, 1995).

Nos EUA, na Europa e na América do Sul, principalmente na Argentina, a *Varroa* causa danos em colônias de *A. mellifera*, pois encurta o ciclo de vida das operárias, danifica as pupas e pode levar as colônias à morte (MORITZ, 1985). Portanto, este é o problema mais sério para a apicultura mundial, e milhões de colônias, se não morrem, reduzem sua capacidade de trabalho em razão da infestação. Assim, em muitas partes do mundo onde há apicultura comercial, manter colônias sem tratamento para controlar esse acaro é impossível (DE JONG, 1998). Porém, o uso de acaricidas deixa resíduos no mel e na cera (WALLNER, 1999).

Nos EUA e na Inglaterra existe dificuldade para polinizar as culturas de interesse econômico porque a infestação com *Varroa* está causando redução na população e perdas de colônias. Com isso, a partir de meados de 1995, o custo de polinização por colônia tem

aumentando (CARRECK *et al.*, 1997; BURGETT, 1997 e CARRECK & WILLIAMS, 1998).

A percentagem de *V. destructor* em adultos de abelhas africanizadas está condicionada ao seguinte modelo: quanto maior for a postura da rainha, maior será o número de crias e operárias adultas, diluindo a concentração das fêmeas de *V. destructor* nos adultos das colônias. Conseqüentemente, a percentagem de infestação nas operárias adultas nas épocas de pico de florada é diminuída, mas nos períodos de baixa disponibilidade de alimento (néctar e pólen) na natureza, a rainha reduz ou paralisa a postura e as fêmeas de *V. destructor* concentram-se nas operárias adultas (NOGUEIRA-COUTO, 1991 e PEGORARO *et al.*, 2000). Na região fitogeográfica da floresta com araucária, no período de maio a julho, as colônias apresentam o grau de infestação mais elevado do ano (PEGORARO *et al.*, 2000).

Na tentativa de encontrar linhagens de *A. mellifera* tolerantes à *Varroa* foram importadas linhagens da região de Primorski, URSS, para os EUA, para realizar testes de tolerância à *Varroa* (RINDERER *et al.*, 1997).

Nos EUA, na Europa e no Brasil, o grau de infestação variou, respectivamente, de 7 a 136%, 18 a 49% e 14 a 25% (HARBO & ZUHLKE 1988; KANCHEV *et al.*, 1989 e DE JONG & SOARES, 1997), sendo que o menor grau de infestação em *A. m. ligustica*, no Brasil, em Fernando de Noronha, foi atribuído ao clima tropical (DE JONG & SOARES, 1997).

Desde o registro da *Varroa* no Brasil, em 1978, a infestação com este ácaro permaneceu em nível considerado baixo, variando entre 2 e 3%, até meados de 1980. Em meados de 1990, houve um aumento de 3 a 4% (GONÇALVES, 1986; NOGUEIRA-COUTO, 1991; SILVA *et al.*, 1994; VIANA, 1994 e PEGORARO *et al.*, 2000).

O grau de infestação com *V. destructor* em 520 colônias de abelhas africanizadas, em 80 apiários, no Estado de São Paulo, inferior a 2% ocorreu em apenas 6,53% das colônias estudadas (DE JONG & GONÇALVES, 1981). Portanto, medidas para identificar e multiplicar colônias com baixo grau de infestação são necessárias para manter as abelhas africanizadas produtivas e com baixo grau de infestação por este ácaro (PEGORARO *et al.*, 2000).

Após nove anos de estudo, NOGUEIRA-COUTO (1991) concluiu que a percentagem em adultos de abelhas africanizadas infestada naturalmente por *V. destructor* varia ao longo das estações do ano e dos anos. As maiores e as menores percentagens de infestação ocorrem no verão e no inverno, respectivamente, porque a maior produção de crias e alimento armazenados ocorrerem no inverno.

Ao contrário, para SILVA *et al.* (1994) e PEGORARO *et al.* (2000), a presença deste ácaro em operárias adultas de abelhas africanizadas, no sul do Brasil, é constante durante o ano, com aumento da população de *V. destructor* nos meses mais frios quando há redução ou paralisação da postura das rainhas, aumentando o número de fêmeas de *Varroa* na fase forética.

Núcleos de abelhas africanizadas com e sem rainha apresentaram grau de infestação por *V. destructor* nas pupas, respectivamente, de $\mu = 1,6 \pm 0,6 \%$ e $\mu = 5,1 \pm 1,7 \%$, demonstrando que núcleos com ausência de rainhas apresentam maior grau de infestação com este ácaro em crias de abelhas africanizadas (CREMONEZ *et al.*, 2000).

3.3.5 Métodos de controle

Torna-se difícil a obtenção de um produto químico seletivo que controle a *Varroa* e não cause danos à *A. mellifera*, pois as duas espécies vivem associadas, além da presença de resíduos de ingredientes ativos nos produtos apícolas (VAN BUREN *et al.*, 1992; CABRAS *et al.*, 1994; HANSEN & PETERSEN, 1998; WALLNER, 1999 e MESSAGE 2002). Os óleos essenciais também deixam resíduos no mel e na cera e podem alterar o sabor do mel, principalmente o timol (IMDORF *et al.*, 1999).

Os casos de colônias de abelhas africanizadas com baixo grau de infestação com *V. destructor*, no Brasil, não necessitam de tratamentos com acaricida, portanto, é necessário estudar quais são as causas dessa tolerância (BOECKING & RITTER, 1994). Entre as principais, estão: a baixa fertilidade das fêmeas de *V. destructor* em crias de operárias de abelhas africanizadas (CAMAZINE, 1986 e HARBO & HARRIS, 1999); tamanho menor das células de operárias das abelhas africanizadas em relação a *A. m. ligustica* (MESSAGE & GONÇALVES, 1995); o comportamento de *grooming*. (MORETTO *et al.*, 1993); a

duração do estágio de pupa das abelhas africanizadas em média oito horas mais curto que o do *A. m. carnica* (ROSENKRANZ & ENGELS, 1994); o comportamento higiênico, confirmado em pupas de abelhas africanizadas (MORETTO *et al.*, 1997); a proporção entre cria de operárias e zangões (MARTIN, 1998); o modelo de sazonalidade de enxameação e a criação de crias que limitam a população de *Varroa* sobre as operárias (NOGUEIRA-COUTO, 1991; MARTIN, 1998 e PEGORARO *et al.* 2000). Contudo, é difícil determinar a percentagem com que cada um desses fatores contribui para a tolerância (ROSENKRANZ, 1999).

MORETTO (1991b) e GUERRA *et al.*(1994) salientaram a influência do clima tropical na redução do tempo de desenvolvimento das pupas; também o tamanho menor das células pode ser citado como fator que afeta a dinâmica populacional de *V. destructor* em abelhas africanizadas em relação à *A. mellifera*, no Brasil.

A apicultura e as indústrias farmacológicas, de cosméticos e de alimentos que utilizam os produtos apícolas beneficiam-se com a imagem de pureza de seus produtos. Por isso, necessitam minimizar ou eliminar os resíduos dos acaricidas em suas matérias primas que afetam a aceitação do produto no mercado e depreciam a imagem da empresa (WALLNER, 1999).

Do início da década de 1970 até o final dos anos 1980, o controle da *Varroa* era realizado com acaricidas de contato. Por isso, a maioria dos países europeus usava piretróides, fluvalinato e flumethrin, que eram eficientes contra a *Varroa* e apresentavam baixa toxicidade para as abelhas, mas, desde o início dos anos 90, devido à resistência dos ácaros aos piretróides, a sua eficiência contra a *Varroa* diminuiu, em diferentes partes de Europa (Itália, Suíça, França, Espanha, Hungria e Áustria) (TROUILLER, 1998).

De acordo com TROUILLER (1998), poucos acaricidas sintéticos estão disponíveis ou registrados para uso apícola na Europa: o bromopropilinato, o coumaphos, o flumethrin e o fluvalinato. Na Itália, esses produtos estão favorecendo a resistência da *Varroa* e deixam resíduos na cera e no mel. O Apivar (amitraz) que não é lipossolúvel, e tem sido utilizado em vários países por muitos anos, apresenta-se completamente degradado no mel após três ou quatro semanas e não permanece estável na cera (JIMÉNEZ *et al.*, 1997; citado por WALLNER, 1999), mas a *Varroa* também está desenvolvendo resistência ao mesmo (TROUILLER, 1998).

Os produtos sintéticos Folbex (bromopropilinato), Perizin (coumaphos) e Apistan (fluvalinato) são lipossolúveis, cumulativos, migrando dos favos velhos para a cera alveolada e, depois, para os favos novos, sem serem degradados, migram também para o mel e contaminam o própolis. Na Alemanha, mais de 90% das amostras de cera estavam contaminadas, inclusive, com mais de um produto, com até 15 ppm (WALLNER, 1999).

O Perizin ou Asuntol (coumaphos) é um organofosforado sistêmico registrado como produto de uso veterinário (FAUCON *et al.*, 2002). A dose de 20 ppm para controlar *Varroa* mostrou eficiência heterogênea na população de *A. m. ligustica*, na Itália. Assim, em um apiário controlou menos de 50% da população desse ácaro; já as doses de 100 ppm apresentaram eficiência de 100% (VEDOVA *et al.*, 1997), mas deixaram resíduos de 1,57 $\mu\text{g. g}^{-1}$ na cera de abelha, 18 meses depois de sua aplicação. Na Alemanha, 61% das amostras de cera de abelhas apresentaram resíduos deste produto, que variaram de 0,5 a 15 ppm (WALLNER, 1999).

Tanto doses altas (quatro tiras impregnadas a 10% do ingrediente ativo coumaphos), como doses baixas (uma tira), foram aplicadas em colônias recria, com cerca de 35.000 abelhas, durante o período de desenvolvimento das rainhas (oito dias). O efeito da administração deste produto reduziu o peso médio das rainhas, o peso médio dos ovários e o número médio de espermatozóides (HAARMANN *et al.*, 2002).

Em cinco regiões da Europa, a *Varroa* foi exposta a bioensaios com a dose de 2,4 μg de fluvalinato a 98% diluído em 5 mL da acetona em frasco com o substrato de abelhas por 24 horas. A mortalidade deste ectoparasita variou em média de $23,7 \pm 21,3\%$ a $80,8 \pm 26,4\%$, enquanto que o tratamento testemunha apresentou mortalidade de $13,8 \pm 6,7\%$. Portanto, estes dados confirmam a preocupação com a baixa eficiência do produto e que sua utilização contínua aumenta a pressão de seleção sobre a população de *Varroa*, e com isto tende a aumentar o grau de resistência do ácaro a esse produto (ELZEN *et al.*, 1999). A baixa eficiência dos acaricidas e os danos causados às pupas são descritos por FREIS (1991), RADEMACHER *et al.* (1995), GUZMAN *et al.* (1996) e EISCHEN *et al.* (1998).

O Apistan (fluvalinato) é um piretróide sintético e foi testado em colônias com tiras de 3,0 mg; o resíduo de seu ingrediente ativo apareceu em 25% das amostras de cera analisadas, em 1989. No ano de 1993, em 95% das colônias, a cera estava contaminada

com 1 a 10 ppb de seu ingrediente ativo (GRREF *et al.*, 1994). Na Europa Oriental, o nível de contaminação nos méis alcançou 40 ppb (MILANI, 1995 e TROUILLER, 1998).

CALDERONE (2000) observou a eficiência de 300 mL de ácido fórmico a 65%, em quatro tiras de Apistan a 10% e 32 g de timol para controlar a *Varroa* e as eficiências foram, respectivamente, de $\mu = 94,2 \pm 1,41 \%$, $\mu = 92,6 \pm 1,79 \%$ e $\mu = 75,4 \pm 5,79 \%$.

O produto “Magic 3 Sleeve”, produzido pela Rod Bradbury, não alcançou eficiência de 60% no controle de fêmeas foréticas de *Varroa* (RICE *et al.*, 2002).

Em colônias de *A. mellifera*, tratadas com Folbex Va Neu (bromopropilato), após 9 meses foram encontrados resíduos no mel e na cera com variações, respectivamente, de 0,005 a 0,07 mg. Kg⁻¹ (HANSEN & PETERSEN, 1998). Na Alemanha, 11% das amostras analisadas estavam contaminadas, com variação de 2 a 10 ppm (WALLNER, 1999).

O ácido fórmico a 60% com dose de 85 g por colônia de *A. m. carnica* apresentou eficiência de 85% a 96% (RADEMACHER *et al.*, 1995). Porém, o estágio mais sensível das crias destas abelhas ao ácido fórmico foi entre 9 e 10 dias após a oviposição. A sobrevivência das pupas após duas horas da aplicação de 50 mg do ácido fórmico a 85% foi de 90% (FRIES, 1991).

Na Europa, o controle químico alternativo baseado nos ácidos fórmico, láctico e oxálico e óleos essenciais, combinado com técnicas biológicas, está sendo usado contra a *Varroa*. Estas novas alternativas são necessárias para controlar este ácaro porque existe o desenvolvimento da resistência aos piretróides e aos organofosforados sistêmicos e, além da contaminação do mel e da cera (INDORF *et al.* 1999).

Colônias de *A. mellifera* foram tratadas contra a *Varroa*, com 2 g de Apitol (cymiazole) a 17,5% do ingrediente ativo, administrado em xarope com 20% de açúcar. 112 dias após este tratamento, foram encontrados 0,14 ppm de resíduo deste no mel (CABRAS *et al.*, 1994).

As misturas dos produtos naturais (óleos essenciais) foram aplicadas para controlar a *Varroa*, na proporção 1:1 e dose de 25 g, em duas doses, no intervalo de 24 dias, e apresentaram eficiência média de $56,0 \pm 0,072 \%$ (timol e cineole); eficiência de $43,0 \pm 0,074\%$ (timol e citronelol); eficiência de $40,0 \pm 0,072\%$ (timol e linolool) e o grupo de controle apresentou mortalidade média de $28,0 \pm 0,068\%$. A presença de crias, contudo, limita a eficiência desses produtos (CALDERONE *et al.*, 1997).

Óleos essenciais de *Thymus vulgaris* (Lamiaceae), *Salvia officinalis* (Lamiaceae) e *Chenopodium* spp. (Chenopodiaceae) apresentam toxicidez à *Varroa*. A aplicação de dois produtos de *T. vulgaris* e *S. officinalis* associados, na forma de aerosol, em colônias de *A. mellifera* apresentou níveis de eficiência de 95,4% contra a *Varroa*, mas deixou resíduo no mel (COLIN *et al.*, 1994).

Apilife VAR é uma mistura de óleos essenciais: timol (76%), eucaliptol (16,4%), mentol (3,8%) e cânfora (3,8%). Foi utilizado em dois apiários, onde na dose de 20 g, no controle de *Varroa*, no outono, por quatro anos consecutivos (BOGDANOV *et al.* 1998a). Os resíduos nos favos de mel e nos favos de pupas foram avaliados na primavera e apresentaram, em média, 21,6 mg. Kg⁻¹ e 574 mg. Kg⁻¹.

Após três semanas de tratamento com mentol, os resíduos máximos no favos de mel e nos favos de cera foram, respectivamente, de 18 mg.Kg⁻¹ e 2.790 mg.Kg⁻¹ (LI & NELSON, 1993, citado por IMDORF *et al.*, 1999).

Quando os óleos essenciais (timol, cânfora e mentol) foram utilizados fora do fluxo de néctar (sem acúmulo de mel nas colméias), os resíduos variaram de 0,02 a 0,48 mg.Kg⁻¹. Porém, quando aplicados durante o fluxo de néctar, os níveis de resíduos variaram de 1,1 a 1,6 mg.Kg⁻¹ de timol, 5 a 10 mg.Kg⁻¹ de cânfora e de 20 a 30 mg.Kg⁻¹ de mentol. Esses níveis podem alterar o sabor do mel (BOGDANOV *et al.* 1998; citado por IMDORF *et al.* 1999). Por isso, a Suíça fixou o limite máximo de timol em 0,8 mg. Kg⁻¹ no mel (BOGDANOV *et al.*, 1998b).

Devido a toda esta problemática, planos regionais de manejo integrado são elaborados, na Itália, para controlar a *Varroa* com a aplicação de produtos orgânicos alternados, cortando favos com pupas de zangões, realizando acasalamentos com linhagens de abelhas mais tolerantes à *Varroa*, monitorando as colônias quanto ao grau de infestação com este ácaro e, quando este estiver em torno de 10%, aplica-se uma dose de Perizin ou Assuntol, anualmente, no final do inverno ou quando não existirem crias nas colônias (THOMAS *et al.*, 1997). Com a aplicação de duas doses de 50 mL por colônia ano, ou 64 mg do ingrediente ativo diluído em 450 ml de água, 86%, amostras de mel apresentaram resíduo médio de 0,010 mg. Kg⁻¹ e 79% das amostras de cera apresentaram ingrediente ativo na quantidade de 1,01mg. Kg⁻¹ (VAN BUREN *et al.*, 1992).

MORETTO *et al.* (1993) analisaram os ancestrais F_1 de quatro colônias de abelhas africanizadas com alta eficiência e quatro colônias com baixa eficiência para tolerar a infestação com *V. destructor*. Após a infestação artificial com esse ácaro observou-se que as colônias descendentes de parentais com alta eficiência foram três vezes superiores em relação às abelhas descendentes de parentais com baixa eficiência.

Durante a florada, estimou-se que mini-colônias de *A. mellifera* que continham 1 Kg de operárias e 462 células de zangões capturaram 95% da população das fêmeas foréticas de *Varroa* (BOOT *et al.*, 1995), sugerindo a técnica da redução de zangões possa reduzir a população de *Varroa*, porém eliminando essas crias reduz-se o número de zangões para fertilizar as rainhas.

Programas de cruzamentos entre linhagens de *A. mellifera* tolerantes à *Varroa* e tratamentos para reduzir o crescimento da população desse ácaro são absolutamente necessários, na Europa e na América do Norte. Caso contrário, as colônias reduzem a produtividade e morrem em função do parasitismo de *Varroa* (BOECKING & RITTER, 1994). Porém, tratamentos com acaricidas contra *V. destructor*, em abelhas africanizadas no Brasil, não são necessários (MORETTO, 1996). Acredita-se que o hospedeiro está desenvolvendo tolerância ao ectoparasita ou possui mecanismos eficientes para tolerá-lo (NOGUEIRA-COUTO, 1991 e SILVA *et al.*, 1994). Portanto, existe a necessidade de encontrar e propagar linhagens de *A. mellifera* tolerantes à *Varroa* para reduzir o grau de infestação com este ácaro e não necessitar de acaricida, ou de implantar o manejo integrado no controle, uma vez que as abelhas africanizadas são mais tolerantes à infestação por *V. destructor* quando comparadas às abelhas de origem européia (ENGELS *et al.*, 1986; MORETTO *et al.*, 1991a e SPIVAK, 1996).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O projeto foi realizado em um apiário localizado em Lagoa dos Ferreira, a 30 Km da sede do Município de Mandirituba, Paraná, situado na região sul do Brasil, no primeiro planalto do Paraná, longitude 49°19'34"W, latitude 25°19'44"S e altitude em torno de 840 m. De acordo com o sistema de classificação climática de Köppen, a região pertence ao clima Cfb, subtropical úmido, sem estação seca definida, com temperaturas médias do ano e dos meses mais quentes, respectivamente, de 20°C, 13°C e 23°C e precipitação pluviométrica média anual de 1400 mm (IAPAR, 1994; INFORMAÇÕES, 1997).

A área de estudo se enquadra na região fitogeográfica da Floresta Ombrófila Mista Montana (Floresta com Araucária). O quadro atual demonstra que pouco restou das formações primárias, predominando as formações onde houve interferência humana com fins agrícolas, portanto, descaracterizando a vegetação primitiva (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1992). Na área de estudo, fez-se a distinção de três estágios florísticos de desenvolvimento sucessional secundário:

- a) Estágio inicial: capoeirinha formação de porte baixo onde predominam representantes sublenhosos arbustivos e herbáceos. Da família Asteraceae, ocorrem principalmente os gêneros *Baccharis*, *Vernonia* e *Eupatorium*. Estão presentes, também, espécies das famílias Poaceae, Melastomataceae e outras. Nas áreas alteradas mais recentemente, aparece massivamente *Pteridium aquilinum* (Pteridaceae);
- b) Estágio médio: capoeira, nesta formação torna-se evidente o domínio de espécies lenhosas e/ou sublenhosas, com altura variando de 3 a 6 m. As associações arbóreas desta fase são complexas, mas basicamente constituídas por espécies pioneiras e/ou heliófitas, além de espécies secundárias ainda jovens, do estágio mais avançado, tais como *Vernonia* (Asteraceae), que começam a substituir as espécies de *Baccharis*, acompanhadas da profusão de outras espécies arbóreas comuns na região: *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), *Ilex paraguriensis* St. Hil. (Aquifoliaceae), *Ocotea puberula* Nees. (Lauraceae), *Prunus brasiliensis* (Cham. e Schl.) D. Dietr. (Rosaceae), *Rapanea ferruginea* Ruiz e Pavon (Myrsinaceae), *Mimosa scabrella* Benthham (Mimosaceae) entre outras;

c) Estágio avançado: a floresta secundária apresenta uma profusão de Lauraceae, Sapindaceae, Meliaceae, Aquifoliaceae, Flacourtiaceae, entre outras. Esta fase difere das formações primárias, sobretudo, pelo porte das espécies, já que a composição florística é semelhante.

O apiário foi instalado sob vegetação dominada por floresta secundária, onde realizou-se a limpeza do sub-bosque para permitir a insolação parcial e o manejo das colméias (Figura 1).



FIGURA 1 - Vista parcial do apiário de abelhas africanizadas, instalado em cavaletes com duas colméias, modelo Stanislaw Kurletto, utilizado para coleta dos dados, em agosto de 1998, em Mandirituba, Paraná.

4.2 Renovação de rainhas por desenvolvimento natural de realeiras

Para renovar as rainhas foram utilizadas 23 colônias de abelhas africanizadas, de apiários comerciais, capturadas conforme PEGORARO (1997). As colônias com menor grau de infestação por *V. destructor* foram transportadas para um apiário, onde permaneceram de setembro de 1998 a dezembro de 2000, com a finalidade de se obter os dados para outras etapas da pesquisa.

O método de renovação foi baseado na presença das rainhas nas colônias, proposto por KURLETTO (1976) e modificado por PEGORARO *et al.* (1996a). No

final da produção de mel, no verão, antes de iniciar a renovação das rainhas, o mel existente nas melgueiras foi coletado. Os fluxos de feromônios eram parciais porque as rainhas estavam aprisionadas em gaiolinhas, modelo Hanemann, sobre orifício de 16 mm, na entretampa sobre cada ninho das 23 colônias (PEGORARO *et al.*, 1996a).

Na florada de verão, a disponibilidade de néctar e pólen na natureza era menor em relação ao pico da florada da primavera (PEGORARO *et al.*, 1999), por isso, foi escolhida esta época para renovar as rainhas, pois, no início da florada da primavera, a renovação de rainhas pelo método proposto é inviável economicamente. Portanto, o pico principal, florada da primavera, foi utilizado para a produção de mel, e no verão, quando o pico ocorre com menor fluxo de néctar, foram renovadas as rainhas. Além disso, no inverno, embora exista a florada da bracatinga, de um modo geral a temperatura é baixa, inviabilizando a criação de rainhas por desenvolvimento natural de realeiras.

As rainhas foram capturadas quando havia recursos alimentares na natureza (néctar e pólen) e estavam fazendo postura ao redor dos favos, com ovos e larvas. A busca da rainha iniciou-se no terceiro favo (PEGORARO *et al.*, 1996a).

Para HAYVES JUNIOR (1991), o desenvolvimento natural das realeiras é definido como a produção de células reais por operárias preparando-se para enxamear ou substituir a rainha. Portanto, neste experimento, essa situação foi simulada porque as rainhas aprisionadas foram forçadas a paralisar a oviposição e reduzir o fluxo de feromônio. Assim, simulou-se uma situação de envelhecimento destas e estimulou-se a produção de realeiras para a renovação de rainhas, porém, sem orfandade das colônias e, conseqüentemente, com expectativa de reposição da oviposição e do fluxo normal dos feromônios nas colônias após o procedimento (KURLETTO, 1976 e PEGORARO *et al.*, 1996a).

Para renovar as rainhas por desenvolvimento natural de realeiras, dois experimentos foram realizados, o primeiro no período de 28 de novembro a 28 de dezembro de 1998 e o segundo, de 28 de dezembro de 1999 a de 28 de janeiro de 2000.

Os experimentos constaram de três etapas: a primeira constituiu na busca e captura das rainhas. Para isso, três técnicos executaram as seguintes funções; o primeiro manejou a colônia, removendo e examinando cada caixilho, e capturou as rainhas; o segundo transportou a colméia adaptada com peneira para a captura das rainhas (Figura 2) e auxiliou na busca das rainhas; o terceiro manipulou o fumegador com pouca

fumaça, transportou e preparou as gaiolinhas para receber as rainhas, auxiliou na busca e cronometrou o tempo empregado, de acordo com PEGORARO *et al.* (1998).

Na etapa 1 do experimento 1, cronometrou-se o tempo gasto na busca das rainhas em segundos com um cronômetro de pulso, conforme PEGORARO *et al.* (1998).

Na etapa 2 dos dois experimentos, procedeu-se à contagem das células reais de cada colônia no nono dia após as rainhas terem sido aprisionadas, conforme PEGORARO *et al.* (1996a).

Na etapa 3, nos experimentos 1 e 2, realizada no trigésimo dia após as rainhas estarem aprisionadas, avaliou-se a taxa de renovação de rainhas; considerando renovadas as colônias que estavam com rainha e possuíam crias (ovos, larvas e pupas) e, sem renovação das mesmas, quando as colônias não apresentavam esses estágios de desenvolvimento. Neste experimento, o intervalo de tempo para renovar as rainhas foi reduzido de 35 para 30 dias em relação a PEGORARO (1996a). A existência de operárias, ovipositoras ou não, definiu se as colônias estavam ou não zanganeiras.

A fecundação das rainhas renovadas realizou-se naturalmente, ao ar livre, conforme NOGUEIRA-COUTO (1991).

A Figura 2 mostra uma peneira adaptada com tela excludora de rainha, sobre o ninho e sob a melgueira de colmeia tipo Langstroth e bandeirinha tipo Stanislaw Kurletto (SK). Essa peneira tem a função de peneirar as operárias e deixar a rainha para ser capturada conforme a metodologia descrita em KURLETTO (1976).

Para que a renovação das rainhas fosse realizada em colônias homogêneas, com quantidade semelhante de crias, alimento e operárias adultas, foram completados nove favos de cria e alimento quarenta dias antes da renovação, no final da primavera, em todas as colônias. Desta forma, 30 dias após esta operação, todas as colônias encontravam-se com oito a dez favos de crias, alimento e cobertos com operárias.

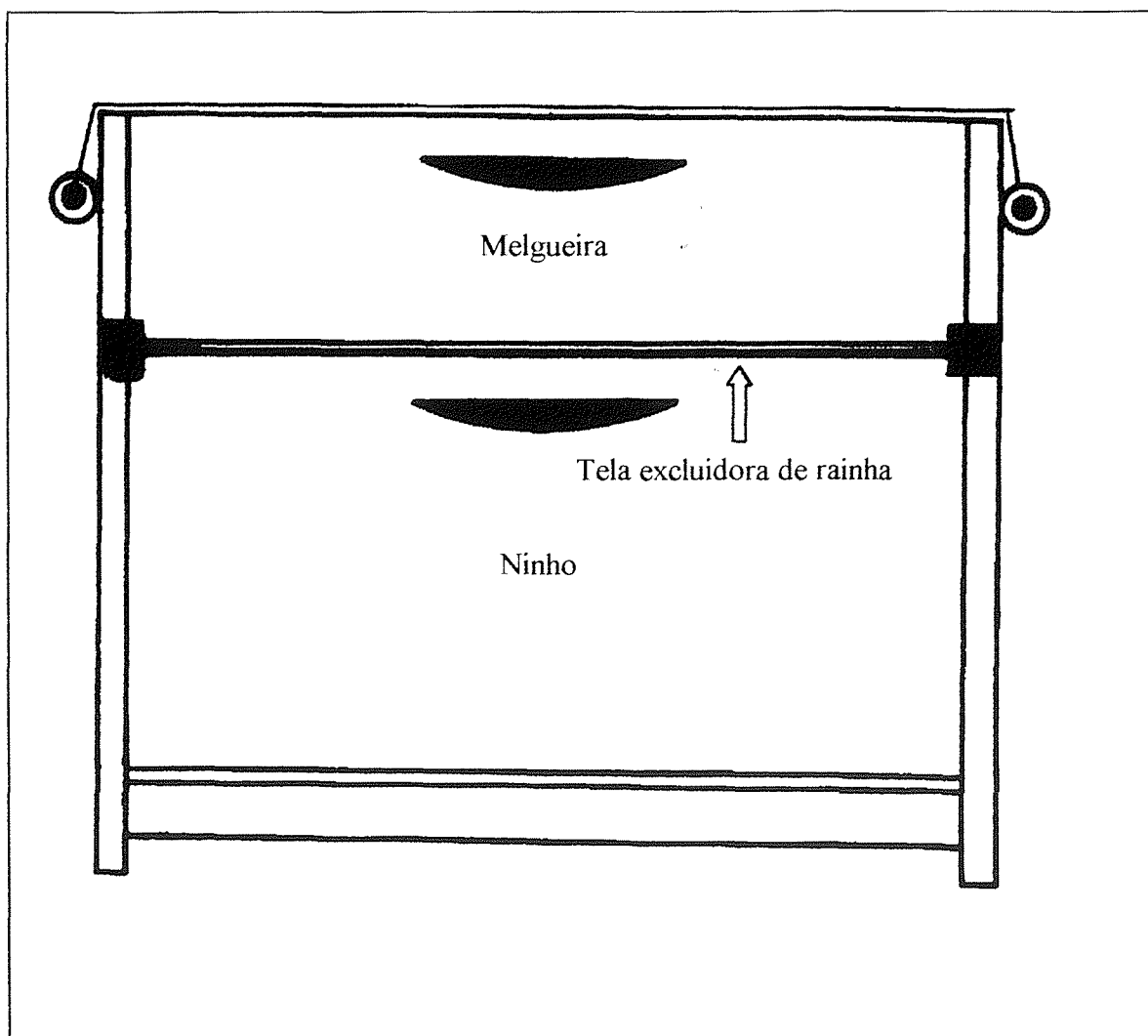


FIGURA- 2 Corte esquemático frontal de uma colméia com a peneira utilizada para capturar rainhas de abelhas africanizadas, com comprimento de 48,5 cm e largura de 41 cm, com espaçamento de 4,3 mm entre os arames.

Neste experimento, considerou-se que as operárias de abelhas africanizadas produziram, preferencialmente, rainhas de larvas companheiras de ninho ou subfamílias, ou seja, praticam o nepotismo, conforme propuseram LAIDLAW JUNIOR & PAGE JUNIOR (1984).

Nos dois experimentos, aplicou-se o delineamento completamente casualizado e as amostras foram formadas com 23 colônias. No primeiro experimento, para analisar a variável aleatória tempo para encontrar as rainhas, modelou-se uma distribuição de probabilidade da família Gaussiana com média e desvio padrão de 162,39 e 47,42s. A

adequação do modelo Gaussiano foi feita pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (MOOD *et al.*, 1986), que forneceu valor-p de $p = 0,987$.

Analizou-se a variável aleatória número de células reais construídas por colônia, que foi ajustada ao modelo de probabilidade de Poisson com parâmetro $\theta_1 = 3,956$ e de $\theta_2 = 3,217$, respectivamente. As qualidades dos ajustes foram fornecidas através do teste de Kolmogorov-Smirnov, que fornece valores-p, respectivamente, de $p_1 = 0,296$ e $p_2 = 0,455$. Construiu-se um histograma deste ajuste.

4.3 Taxa de renovação de rainhas na presença das mesmas

Nos dois experimentos, para a variável aleatória percentagem de renovação de rainhas, testou-se a hipótese de que a taxa de rainhas renovadas é de 80%, que é um consenso entre os apicultores que trabalham com fertilização de rainhas. A taxa de renovação nas colônias foi calculada em percentagem para os dois experimentos. Utilizou-se o teste z, com a finalidade de avaliar se existem diferenças estatísticas na percentagem observada pelos apicultores (BHATTACHARYYA & JOHNSON, 1977).

As tendências e probabilidades desses experimentos estão demonstradas em figuras e tabelas.

4.4 Desenvolvimento das colônias

No período de agosto a dezembro de 1997 capturou-se com caixa isca (ninho da colméia Langstroth) e selecionadas vinte e quatro colônias de abelhas africanizadas que foram preparadas para compor o experimento de desenvolvimento das colônias. Na sequência das observações constatou-se que quatro colônias tornaram-se zanganeiras, nesse período.

Na continuidade da instalação do experimento, observou-se que outras sete colônias do grupo homogêneo inferior apresentaram um grau elevado de infestação por *V. destructor* nas operárias adultas. Por isso, suas rainhas foram substituídas, utilizando-se o método de seleção postulado por VENCOVSKY & KERR (1982) e testado por PEGORARO (1997). As colônias foram eliminadas dos testes, restando apenas 13 colônias do grupo superior com menor grau de infestação por *V. destructor* e aptidão para armazenar mel e pólen.

Para completar o experimento, foram utilizadas sete colônias de apiários comerciais, pois neste experimento realizado de maio a julho de 1998 foram utilizadas 20 colônias de abelhas africanizadas com rainha com menos de um ano de idade. Para analisar o desenvolvimento das mesmas, testou-se a capacidade de produzir ovos/larvas, pupas, mel e pólen, a proporção entre as áreas de crias e as áreas de mel e pólen armazenados. Também foi analisado o grau de infestação por *V. destructor*. Para obter o tamanho das áreas, realizaram-se mapeamentos mensais, entre os dias 28 a 30 de cada mês, em todos os favos das 20 colônias, segundo metodologia adaptada de AL-TIKRITY *et al.* (1971) por PEGORARO (1997). Para acompanhar o desenvolvimento das colônias, três técnicos desempenharam as seguintes funções: o primeiro efetuou as medidas, o segundo anotou os dados e o terceiro controlou as colônias com fumegador.

O mapeamento iniciou-se com a retirada da cobertura e a entretampa de cada uma das colméias. Em seguida, as colônias foram protegidas com uma “bandeirinha” tipo Stanislaw Kurletto para evitar o saque das operárias de outras colônias, e cada favo foi retirado e colocado sobre a entretampa para ser quantificado, através de um medidor (AL-TIKRITY, 1971, modificado por PEGORARO *et al.*, 1997). Esse medidor apresenta quadrados com lados de 2 cm, cuja área é de 4 cm² (Figura 3). Assim, efetuaram-se as medidas das áreas ocupadas com ovos/larvas, pupas de operárias, mel e pólen armazenado, em cada lado de cada favo das 20 colônias.

Após esta operação, cada favo foi recolocado na posição original em sua respectiva colônia. Com o número de quadrados obtidos x 4 cm² calculou-se a área total de cada variável em cada colônia em cada mês. Avaliou-se a área de crias de cada colônia, somando-se as áreas de ovos/larvas e pupas; somando-se as áreas de mel e de pólen obteve-se a área de alimento. Com esses dados calculou-se os índices da proporção cria/alimento, obtidos através da divisão das áreas de crias pelas áreas de alimento em cada colônia, conforme foi proposto por PEGORARO (1997).

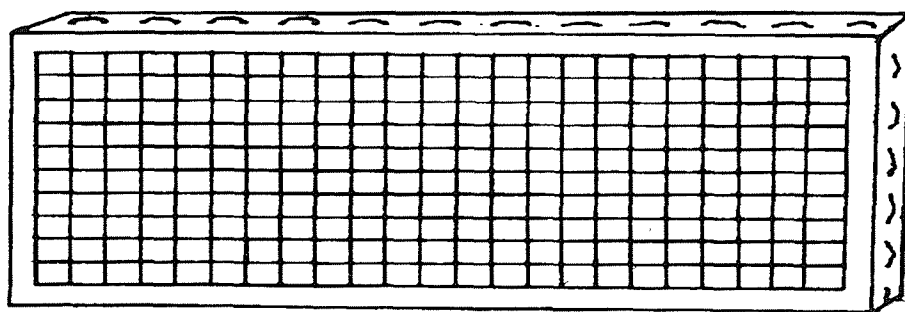


FIGURA 3- Medidor Al-Tikrity, adaptado por Pegoraro (1997), com quadrado de 4 cm² para avaliar o desenvolvimento das colônias de abelhas africanizadas, Mandirituba, Paraná.

As análises estatísticas para todas as variáveis foram realizadas em relação ao número de quadrados contidos em cada mapeamento mensal em cada colônia.

Para obter a ordem de classificação, *Rank*, entre as colônias estudadas, nas variáveis área de ovos/larvas, pupas, mel e pólen, utilizou-se o teste de Friedman. Desta forma, classificou-se as colônias para cada uma dessas variáveis aleatórias para cada colônia na sua devida ordem em tabelas. Pois, quanto maiores forem seus valores, maior é sua grandeza no *Rank*. Os grupos de colônias homogêneas superiores (GH) e inferiores (Gh), nas seis variáveis, foram separados utilizando-se a análise de variância. A tendência dessas variáveis são demonstradas através de gráficos com duas colônias, com as maiores e menores ordens de classificação

Para calcular a percentagem de infestação por *V. destructor* em operárias adultas de abelhas africanizadas, analisou-se uma vez por mês, as amostras de 300 a 500 operárias (análise visual) em cada uma das colônias em cada mês, coletadas nas áreas centrais das mesmas segundo a metodologia descrita por NOGUEIRA-COUTO (1991). As amostras foram coletadas de acordo com a metodologia de STORT *et al.* (1981). Para separar os exemplares de *V. destructor* dos de abelhas africanizadas adultas, foi utilizado o método de HARBO & ZUHLKE (1988). A percentagem de infestação com *V. destructor* foram avaliadas segundo o método de STORT (1981).

Nas variáveis aleatórias, proporção entre cria e alimento e percentagem de infestação com *V. destructor*, as ordens de classificação foram obtidas através do teste não

paramétrico de Friedman. Os grupos de colônias superiores foram compostos por colônias com as menores ordens de classificação (GH) e os grupos inferiores com as maiores ordens de classificação (Gh). Nas duas variáveis analisadas foram utilizadas, as ordens de classificação inversa com o teste não paramétrico de Friedman. Com estas variáveis classificou-se as colônias com proporção entre cria e recursos alimentares. Para demonstrar as tendências dessas variáveis, foi empregada a representação gráfica. Foram utilizadas as quatro colônias que representaram os maiores e os menores índices na ordem de classificação.

Nesses experimentos, utilizou-se o delineamento experimental de Blocos Inteiramente Casualizados (BOX *et al.*, 1978), e as 20 colônias foram consideradas como tratamentos. Os meses são os blocos e as áreas ocupadas com ovos/larvas, pupas, mel, pólen, a proporção entre cria e alimento e a percentagem de infestação com *V. destructor* foram as variáveis resposta.

Desta forma, os números de variáveis observadas são seis, e os delineamentos estão em blocos casualizados, pois cada variável resposta corresponde a um experimento. A análise de variância empregada para testar a hipótese de igualdade entre as colônias foi a de Friedman (LEHMANN & D'ARERA, 1975).

Construiu-se uma matriz de correlação para as variáveis ovos/larvas, pupas (produzidas), mel, pólen (armazenado) e percentagem de infestação com *V. destructor*, com base no coeficiente de correlação de Spearman (LEHMANN & D'ARERA, 1975). Utilizou-se esse coeficiente em função da natureza dos dados obtidos que eram não paramétricos, testou-se por meio de um teste “t” a hipótese do coeficiente ser nulo (MOOD *et al.*, 1986) e os resultados apresentados em uma matriz de correlação.

4.5 Avaliação da aptidão das colônias para coletar pólen

Os testes para avaliar a capacidade de as colônias de abelhas africanizadas coletar pólen foram realizados com o objetivo de determinar as colônias que apresentaram essa característica. As colônias estavam com rainhas novas, com menos de um ano de idade e favos renovados durante a florada de *M. scabrella* durante os invernos de 1997 e 1998.

Os grupos de colônias testados passaram por um período de adaptação, oito dias, com o coletor de pólen instalado nas colônias, mas sem a tela para realizar coleta deste produto.

Estes experimentos foram delineados em Blocos Inteiramente Casualizados, em que as colônias de abelhas africanizadas compõem os tratamentos dos experimentos e os dias de coleta de pólen são os blocos. Analisou-se a variável produção de pólen com três delineamentos em blocos casualizados, pois cada grupo de colônias correspondeu a um experimento.

Testou-se a aptidão das colônias para coletar pólen em três grupos de colônias: o primeiro e o segundo com 10 e 15 colônias, durante o inverno, no início e no final de agosto (na florada de bracatinga). O terceiro foi realizado durante 21 dias em janeiro e fevereiro de 1999, coletando-se pólen de 23 colônias.

Para efetuar a coleta do pólen, as colônias foram equipadas com coletor de pólen, uma tela de 5 cm de altura por 37 cm de comprimento e espessura de 4 mm com orifício de 4,5 mm de diâmetro, utilizada pelo apicultor Jurandir Baggio, na Lapa, Paraná, substituindo o fundo dos ninhos das colméias para utilizar o coletor de pólen.



FIGURA 4- Coletor de pólen adaptado como fundo da colméia Langstroth.

Com o teste não paramétrico de Friedman formou-se os *ranks*, enquanto que os grupos homogêneos superiores e inferiores para a característica aptidão em coletar pólen foram separados com ANOVA.

A análise de variância empregada para testar a hipótese de igualdade de médias entre as colônias foi a de Friedman (LEHMANN & D'ORERA, 1975).

4.6 Efeito do tratamento coletor de pólen sobre o desenvolvimento das colônias de abelhas africanizadas

Este experimento foi realizado com 23 colônias de abelhas africanizadas, as quais compuseram os tratamentos do fator principal do experimento e os dias de coletas de pólen foram os blocos. Analisaram-se as variáveis resposta: diferença na quantidade de ovos/larvas, pupas, mel e pólen. Tem-se, então, quatro experimentos, os quais estão delineados em blocos inteiramente casualizados. A análise de variância empregada para

testar a hipótese de igualdade entre as colônias foi a de Friedman (LEHMANN & D'ORERA, 1975) ou a análise de variância clássica, ANOVA, dependendo da natureza dos dados. Para analisar estes dados foi utilizado um teste "t", conforme metodologia descrita por FEWELL & WINSTON (1995). Os resultados das aplicações destes testes estão representados em figuras e tabelas.

As quantificações foram realizadas em janeiro e fevereiro de 1999, durante 21 dias, utilizando-se 23 colônias de abelhas africanizadas, descritas anteriormente, submetidas ao tratamento com coletor de pólen, nas quais avaliou-se o efeito do coletor de pólen sobre seu desenvolvimento, quantidade de ovos/larvas e pupas, e suas reservas de recursos alimentares, mel e pólen, anteriores e posteriores à coleta de pólen. Com a diferença destas variáveis, em função do uso do coletor de pólen, analisou-se o efeito do tratamento coleta de pólen. Neste experimento, as rainhas eram novas e da mesma idade (menos de um ano), renovadas através do método de desenvolvimento natural de realeiras, conforme PEGORARO *et al.* (1996a). A renovação dos favos nos ninhos das colônias ocorreu durante as floradas de bracatinga, invernos de 1997, 1998 e 1999, e a coleta de pólen foi realizada em dias alternados, conforme ESCRIBANO *et al.* (1999), durante o pico natural das floradas de janeiro e fevereiro, caracterizadas por SOMMER (1972) em Rio Negro, Paraná.

Para avaliar se o efeito da coleta de pólen altera a quantidade de crias e alimento nas colônias de abelhas africanizadas, quantificaram-se ovos/larvas, pupas produzidas, mel e pólen armazenados, com a metodologia proposta por AL-TIKRITY (1971), antes e depois da coleta de pólen, conforme metodologia proposta por FEWELL & WINTON (1995).

4.7 Eficiência de um modelo de tela para coletar pólen

Foram utilizadas 23 colônias de abelhas africanizadas para avaliar a eficiência de um modelo de tela coletor de pólen, com espessura de 4 mm e diâmetro dos orifício de 4,5 mm de diâmetro. Este experimento foi realizado em janeiro de 1999, na florada de capoeira, utilizando-se a percentagem de bolotas de pólen que caíram das corbículas de 50 operárias forrageiras que chegavam no alvado de cada colônia com coletor de pólen e considerou-se que cada operária forrageira transportava uma bolota de pólen em cada corbícula, e o total de bolotas era 100, conforme AKATSU & PEGORARO (2001). Portanto, usando-se uma amostra de 50 operárias, o número de bolotas de pólen que eram retidas de 50 operárias (100 corbículas) foi considerada a eficiência da tela para cada colônia.

4.8 Recursos alimentares disponíveis em fruto-de-pombo, *Rhamnus sphaerosperma*, para as abelhas africanizadas.

Elegeu-se o fruto-de-pombo, *Rhamnus sphaerosperma* Sw. (Rhamnaceae), para este experimento porque disponibiliza alimento (néctar e pólen) o dia inteiro para as abelhas, floresce em meados da primavera (pico desta florada), produz néctar que as abelhas transformam em mel de excelente qualidade e é de fácil reprodução por sementes.

O delineamento experimental aplicado foi o de blocos inteiramente casualizados (BOX *et al.*, 1978), em que as horas de visita das operárias forrageiras foram os tratamentos, 12h, das 07h às 18h, os dias foram os blocos e a concentração de açúcar no néctar a variável resposta.

Os dados do experimento foram coletados durante oito dias, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998 e nos dias 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15 e 16 de novembro de 1999. Cada dia foi dividido em 12 horas, das 07h às 18h, pois este era o período diário em que as operárias de abelhas africanizadas forrageavam néctar e pólen nas flores fruto-de-pombo.

Das 10h às 15h, período de maior frequência de operárias forrageiras, coletou-se 15 operárias forrageiras sobre as flores com rede entomológica de hora em hora. Nos períodos das 7h às 9h e das 16h às 18h do dia, períodos de baixa frequência de operárias forrageiras, as amostras foram formadas com 5 a 15 operárias forrageiras de abelhas africanizadas. As operárias forrageiras foram anestesiadas em tubos com vapor de acetato de etila, conforme

JULIANO (1972). Em seguida, foram submetidas às seguintes observações: avaliação da presença ou ausência de pólen nas corbículas; avaliação da presença de néctar, comprimindo-se o tórax de cada uma das 5 a 15 operárias forrageiras capturadas pelo método modificado de JULIANO (1972).

Nas operárias que transportavam néctar, determinou-se a concentração de sólidos solúveis totais de hora em hora, com dois refratrômetros de mão, o primeiro com capacidade de medir de 0 a 35 graus brix, o segundo de 30 a 60 graus brix e variação máxima de 1% a 20 °C, conforme metodologia de PEGORARO & SILVA (1996b), adaptada das metodologias de JULIANO (1972), AMARAL (1972), GUPTA *et al.* (1992), KUMAR & GUPTA (1992) e STERN & GAZIT (1996).

Calculou-se as médias em percentagem de néctar, pólen, ambos e ausência dos mesmos, disponíveis nas operárias de abelhas africanizadas, que forrageavam sobre as flores de fruto-de-pombo, conforme JULIANO (1972).

As percentagens de operárias forrageiras que transportavam ou não os recursos alimentares (néctar e pólen ou ambos) durante o dia foram representadas graficamente.

A temperatura e a umidade relativa do ar e a luminosidade foram verificadas de hora em hora, durante os oito dias, com termohigrômetro de mão com variação máxima na temperatura de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, para temperatura entre -10°C e 60°C , e umidade relativa do ar entre 25 e 95% com variação máxima de 5%. Estes dados foram coletados ao nível do solo, a campo, conforme descrito por NICOLSON (1994).

A luminosidade foi obtida com luxímetro a campo e a sua unidade foi quantificada em $\text{KW}^{-1}/\text{m}^2$ a pleno sol, conforme FUNARI *et al.* (1996).

Construiu-se uma matriz de correlação para avaliar a relação entre a variável concentração de açúcares no néctar de fruto-de-pombo com os fatores ambientais temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Renovação de rainhas por desenvolvimento natural

Para a variável aleatória tempo utilizado para capturar as rainhas, em segundos, a Gaussianidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e apresentou valor- p de $p = 0,987$, caracterizando uma distribuição normal (Figura 5), com probabilidade de encontrar as rainhas das colônias africanizadas em 95%. O tempo utilizado para capturar rainhas em colônias de abelhas africanizadas foi em média $162,391 \pm 47,422s$, e as variações do tempo mínimo e máximo foram, respectivamente, de 67s e 245s (Tabelas 1 e 2). De acordo com PEGORARO (1997), o tempo despendido na busca das rainha foi em média $255 \pm 259,8s$ e variação de 110s a 427s. A maior frequência de rainhas encontradas ocorreu no intervalo de 150 a 200s (Figura 5).

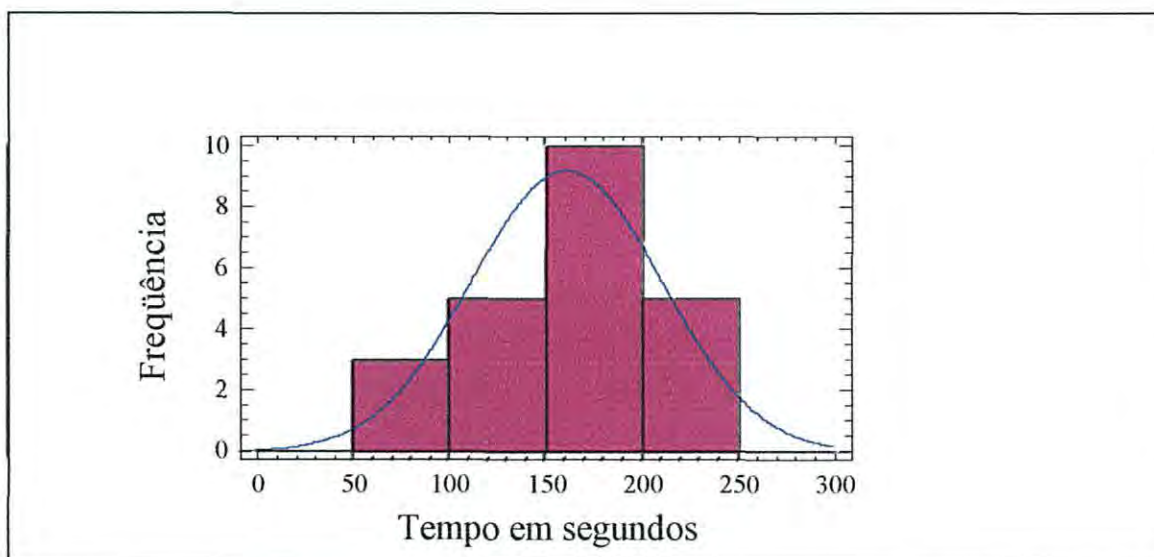


FIGURA 5 – Tempo médio para encontrar rainhas em colônias de abelhas africanizadas, em 28 de dezembro de 1998, em Mandirituba, Paraná.

TABELA 1 - Tempo em segundos despendido para encontrar rainhas em colônia de abelhas africanizadas, em 28 de dezembro de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Parâmetros	Valores
Tamanho da amostra	23
Média	162,391
Mediana	167,000
Moda	155,000
Variância	2.249,067
Desvio padrão	47,424
Erro padrão	9,888
Mínimo	67,000
Máximo	245,000
Amplitude	178,000
Coefficiente de variação	29,204

As probabilidades de encontrar a rainha em 60s e 245s foram, respectivamente, de 5,41% e 95,92% (Tabela 2). Neste experimento, menos tempo foi despendido em relação aos dados obtidos por PEGORARO (1997) e com maior probabilidade de encontrar as rainhas (Tabela 2). Estes resultados foram creditados, principalmente, ao treinamento da equipe e provavelmente às condições climáticas mais favoráveis.

TABELA 2- Análise dos dados do tempo, em segundos, utilizado para capturar rainhas em colônias de abelhas africanizadas para o modelo Gaussiano ajustado aos dados ($\mu = 162,39s$; $\sigma^2 = 2.249,06s^2$).

Tempo	60	120	180	210	240	245
P(t<T)	0,0541	0,1856	0,6447	0,8422	0,9491	0,9592

Após verificar todos os favos, peneirar todas as operárias, se a rainha não for encontrada, a atividade de busca da mesma deve ser abandonada, naquele dia, para não expor a colônia ao saque por operárias de outras colônias e maximizar a eficiência na busca, pois a probabilidade de encontrá-la após 245s é quase nula (Tabela 2). Mas, no dia

seguinte, a busca foi reiniciada para capturar todas as rainhas do(s) apiário(s). Desta forma todas as colônias tiveram condições de terem suas rainhas renovadas.

Acredita-se que os apicultores devem ser treinados para renovar rainhas, mas suas colméias devem ser preparadas com pelo menos um ano de antecedência, adequando-as ao uso de cera alveolada, renovação dos favos velhos, e utilizando colméias novas ou reformadas para evitar a fuga de suas rainhas.

5. 2 Número de células reais

Nos experimentos 1 e 2, nove dias após as rainhas terem sido capturadas, realizou-se a contagem do número de células reais viáveis em cada colônia. Na variável número de células reais viáveis (realeiras) construídas, testou-se a Gaussianidade dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, que apresentou valor-p de $p = 0,162$. Esta variável aleatória segue a distribuição de Poisson com parâmetro $\mu = \theta = 3,956$ e valor-p de $p = 0,162$ (Tabela 3), dados semelhantes aos encontrados por PEGORARO *et al.* (1996 a).

No experimento 1, o número de células reais (realeiras) variou de zero a doze, com média de 3,956 (Tabela 3). Para WHIFFER & HUPBERN (1991), três são as variáveis que determinam o número de células reais em colônias órfãs: estação do ano, condições das colônias (fator ambiental); e linhagens diferentes. Como nestes experimentos as duas primeiras foram controladas, então as variações podem ser atribuídas às diferentes linhagens de abelhas africanizadas. Estes dados concordam com ENGELS *et al.* (1993), que observaram que em cinco núcleos de *A. m. carnica* com 4.000 operárias, durante a estação de enxameação, o maior número de realeiras produzidas foi nove.

TABELA 3- Número de células reais construídas em colônias de abelhas africanizadas, com rainhas renovadas, no período de 28 de dezembro a 06 de janeiro de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Parâmetros	Valores
Tamanho da amostra	23
Média	3,956
Mediana	3,000
Moda	2,000
Variância	10,670
Desvio padrão	3,268
Erro padrão	0,681
Mínimo	0,000
Máximo	12,000
Amplitude	12,000
Coefficiente de variação	82,597

No segundo experimento, o número de células reais variou de zero a treze, com média de 3,217. Verificou-se que os dados seguem distribuição de Poisson pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Esta variável aleatória segue distribuição de Poisson com parâmetro $\mu = \theta = 3,217$ e valor-p de $p = 0,453$ (Tabela 4, Figuras 6 e 7), corroborando com PEGORARO (1996a).

De acordo com PEGORARO (1997), em colônias com a presença de rainhas, isoladas, para renovação de rainhas por desenvolvimento natural de realeiras, a produção média foi de 3,5 e a variação mínima e máxima foram, respectivamente, de 0 e 8, dados próximos aos das Tabelas 3 e 4.

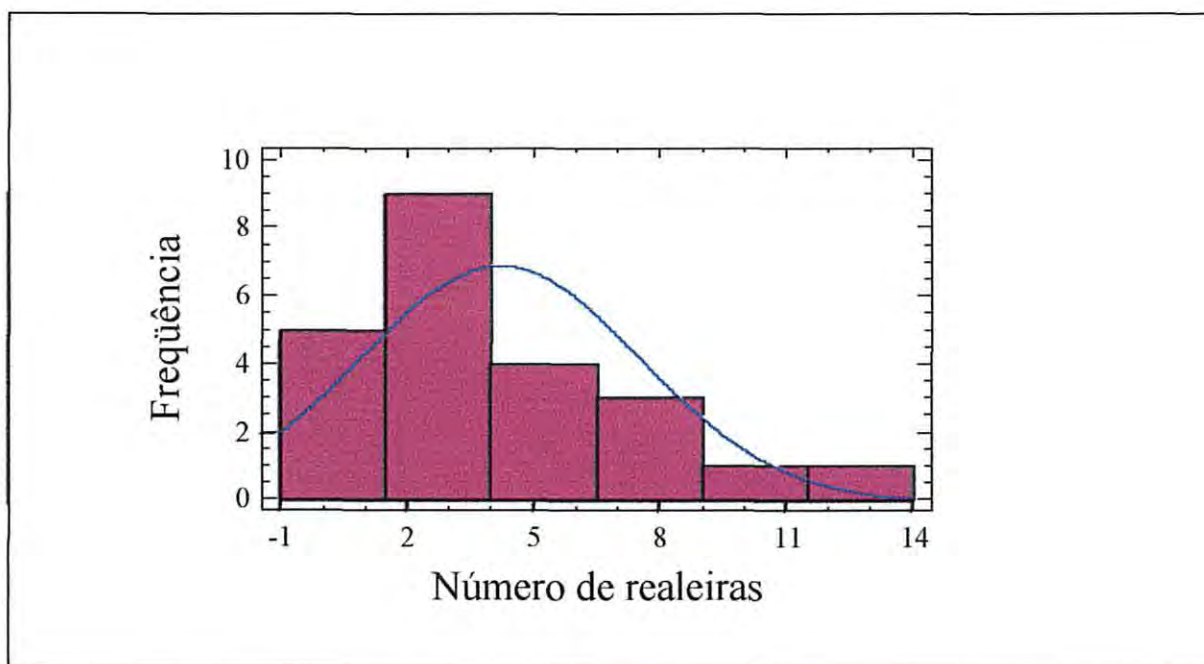


FIGURA 6- Histograma do número de células reais construídas em colônias de abelhas africanizadas, com rainhas renovadas, no período 28 de novembro a 07 de dezembro de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Quando a renovação ocorreu na ausência de rainhas (colônias órfãs), em fevereiro, a média foi de 13,15 células reais viáveis (realeiras) e a variação mínima e máxima de (realeiras) foram, respectivamente, de 8 e 33, concordando com (PEGORARO *et al.* (1996a).

Este foi o modelo de probabilidade que melhor se ajustou aos dados obtidos nos dois experimentos de renovação de rainhas em colônias de abelhas africanizadas, no final do pico de florada da primavera.

TABELA 4 - Número de células reais construídas em colônias de abelhas africanizadas, com rainhas renovadas, no período de 28 de novembro a 6 de dezembro de 1999, em Mandirituba, Paraná.

Parâmetros	Valores
Tamanho da amostra	23
Média	3,217
Mediana	3,000
Moda	3,000
Variância	8,905
Desvio padrão	2,984
Erro padrão	0,622
Mínimo	0,000
Máximo	13,000
Amplitude	13,000
Coeficiente de variação	92,586

ROOT (1978) e ZAVRASHVILI (1989) observaram variações entre duas e dez células reais por colônia de *A. mellifera*. BUTLER (1975) e ROOT (1978) associaram as variações do número de células reais construídas com fatores ambientais e genéticos, mas essas variações são influenciadas também pela sazonalidade (HAUSER & LENSKY, 1994), pois quando existir disponibilidade de néctar e pólen, na natureza, a existência de zangões será uma consequência. Haverá produção de células reais e, de uma delas, emergirá a nova rainha da colônia, enquanto que as demais realeiras serão destruídas pelas operárias ou pela primeira rainha que emergir.

No experimento 1, observou-se que das 23 colônias em estudo, 21 construíram células reais, representando 91,30%. Estes dados estão em concordância com os dados observados por PEGORARO *et al.* (1998), que registrou a produção de células reais viáveis em 93,35% das colônias de abelhas africanizadas.

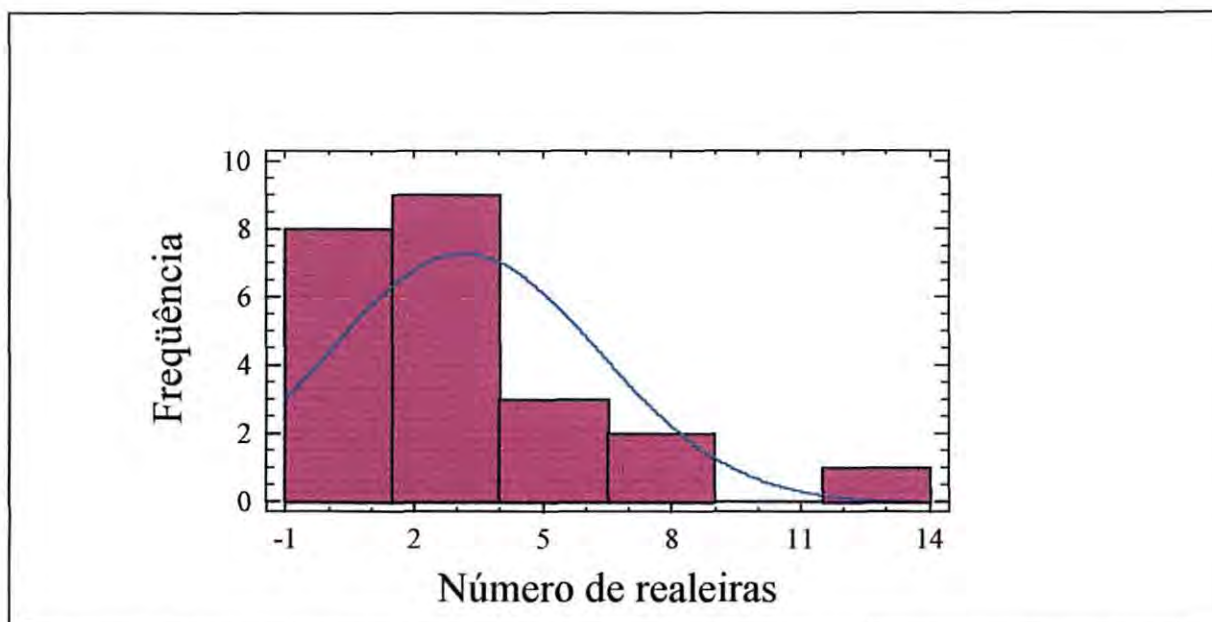


FIGURA 7- Histograma do número de células reais construídas em colônias de abelhas africanizadas, no período de 26 dezembro de 1999 a 04 janeiro de 2000 em Mandirituba, Paraná.

No segundo experimento, observou-se que das 23 colônias do experimento, 20 produziram células reais (realeiras), ou seja, 86,9% da amostra. Estes dois fatos podem estar relacionados com a menor disponibilidade de alimento no verão do que na primavera e as condições que variam de ano para ano. Acredita-se que quando o fluxo de néctar é baixo a taxa de renovação de rainhas é baixa e as rainhas serão inferiores quanto ao valor fisiológico e, conseqüentemente, com menor vida útil.

Os estudos de PAGE JUNIOR & ERICKSON JUNIOR (1984) demonstraram que as operárias de *A. mellifera* não fazem distinção entre as larvas de outras colônias, mas que as colônias preferem criar rainhas de larvas companheiras de ninho em relação às larvas menos relacionadas parentalmente.

Para BURIOLA & GONÇALVES (1992), este fato traz vantagem evolutiva para a *A. mellifera*, idéia que é compartilhada por BREED *et al.* (1994). Isto pode ser um indicativo de nepotismo. Assim, a colônia estaria fixando as características genéticas de suas subfamílias na população e talvez cada realeira seja descendente de uma subfamília.

Quando as rainhas estiverem aprisionadas e houver alimento na natureza, as operárias podem interpretar que a redução do fluxo de feromônios foi um processo natural

de envelhecimento das rainhas ou aumento do tamanho das colônias (população). Assim, produziram realeiras e rainhas para substituírem ou renovarem a rainha que estava “velha”. Esta hipótese é considerada por KURLETTTO (1976) como uma justificativa para a construção das células reais e para a renovação das rainhas pelo método utilizado nesse trabalho.

Nove dias após as rainhas estarem aprisionadas, sugere-se avaliar a construção de células reais (realeiras) e nas colônias sem realeiras será necessário introduzir realeiras excedentes, pertencentes aos grupos de colônias homogêneas superiores em relação às seguintes características: quantidade de mel armazenado; menor grau de infestação com *V. destructor* e capacidade de coletar pólen, conforme sugerido por PEGORARO (1997).

Quando as rainhas forem renovadas até meados da primavera, deve-se considerar que o número de células reais poderá ser maior do que o encontrado no presente trabalho, pois nesta estação do ano existe maior disponibilidade de néctar e pólen na natureza, na região fitogeográfica da floresta com araucária (SOMMER, 1972 e PEGORARO *et al.*, 1999). Provavelmente, as rainhas apresentarão maior número de ovariolos, peso mais elevado e maior vida útil em relação às rainhas criadas em épocas com menor fluxo de alimento na natureza.

5.3 Taxa de renovação de rainhas

Trinta dias após as rainhas estarem aprisionadas, deve-se avaliar se houve renovação para evitar que as colônias que não foram renovadas tornem-se zanganeiras. Estas devem receber rainhas das colônias que renovaram suas rainhas e foram classificadas nos grupos homogêneos superiores (PEGORARO, 1997).

Outra opção, a mais viável tecnicamente, é adquirir rainhas selecionadas, criadas através do método de colméia recria e introduzi-las nas colônias que não renovaram suas rainhas por desenvolvimento natural de realeiras.

A menor taxa de renovação das rainhas de abelhas africanizadas está condicionada pela baixa disponibilidade de recursos alimentares, conforme SILVA *et al.* (1995) e a baixa proporção de zangões em relação às operárias nas colônias de *A. mellifera* (SZABO & LEFKOVITCH, 1989).

A suposição corrente entre os apicultores criadores de rainhas, no sudoeste do Paraná, é que a taxa de renovação das rainhas seja de 80%. Nos dois experimentos realizados nos anos de 1998 e 1999, obteve-se, respectivamente, 19 renovações de rainhas em 23 colônias e 17 renovações em 23, confirmando a observação dos apicultores. Assim, $H_0 : p = 0,80$ x $H_1 : p > 0,80$ o teste de proporção (Z) forneceu os valores p de $p = 0,500714$ para o ano de 1998 e $p = 0,840167$ para o ano de 1999 (BHATTARYYA & JOHNSON, 1977). Portanto, aceita-se a hipótese de que a taxa de renovação indicada pelos apicultores é de 80% (Figuras 8 e 9).

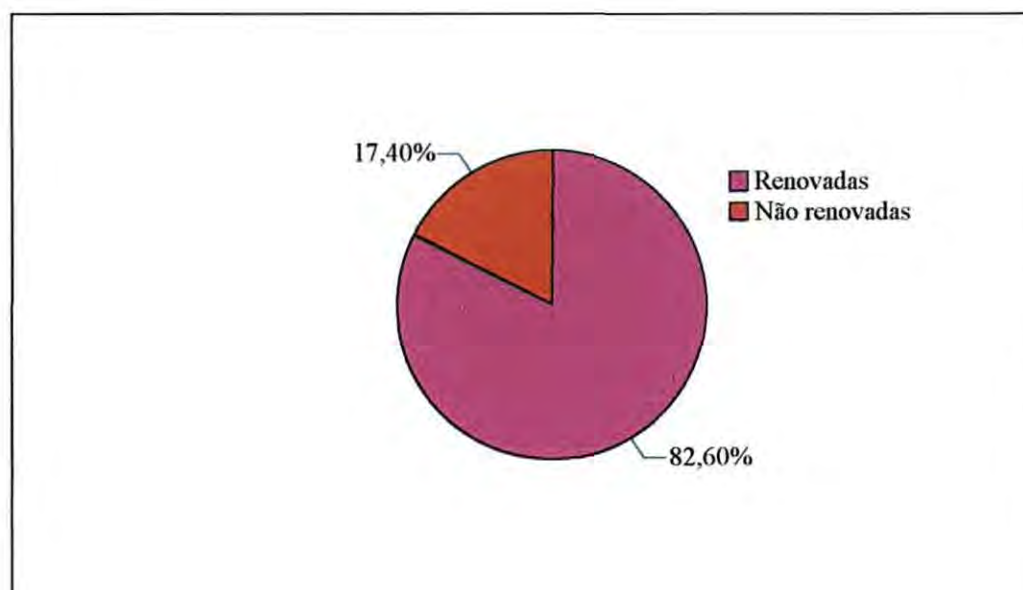


FIGURA 8- Percentagem de rainhas renovadas em colônias de abelhas africanizadas, no período de 26 de novembro a 26 de dezembro de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Os resultados obtidos nas taxas de renovação de rainhas nos experimentos 1 e 2 foram, respectivamente, de 82,60% (Figura 8) e 73,91% (Figura 9), demonstrando que, quando existe alimento (néctar e pólen) e fluxo de feromônios, mesmo que reduzido com a rainha presa na gaiolinha tipo Hanemann, as colônias de abelhas africanizadas renovam suas rainhas por desenvolvimento natural de realeiras e fertilização natural das rainhas ao ar livre, concordando com PEGORARO *et al.* (1996a).

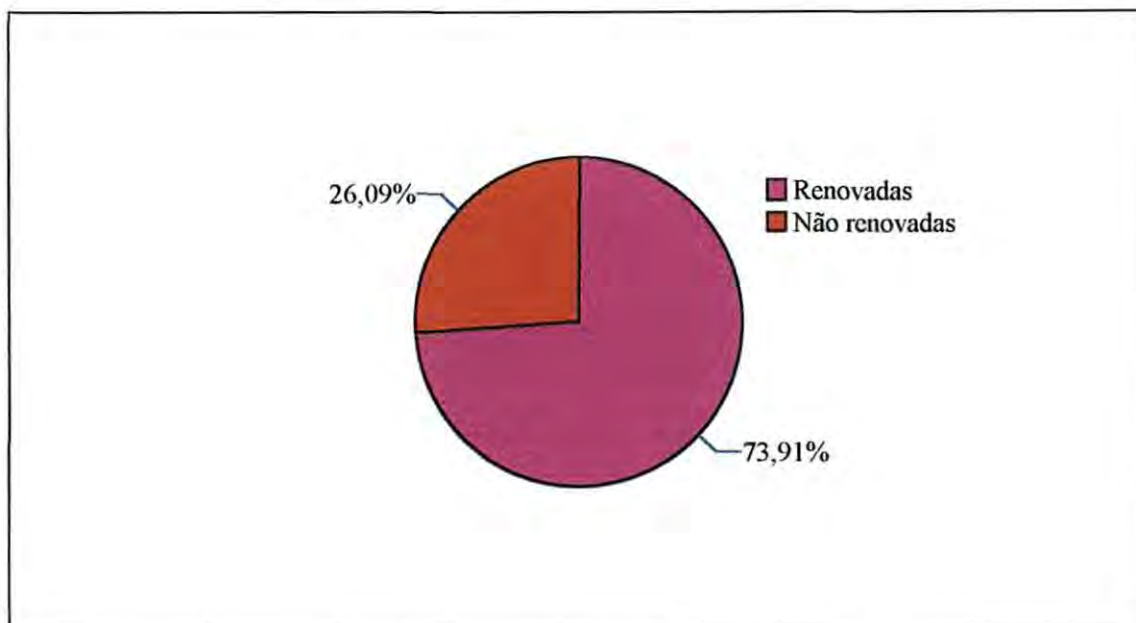


FIGURA 9 - Percentagem de rainhas renovadas em colônias de abelhas africanizadas, no período de 26 de dezembro a 26 de janeiro de 2000, em Mandirituba, Paraná.

Trinta dias após o aprisionamento das rainhas não ocorreram colônias zanganeiras. O não aparecimento destas em ambos os experimentos era esperado em colônias comerciais de abelhas africanizadas, concordando com PEGORARO *et al.* (1996a) que não encontraram colônias zanganeiras até 35 dias após as rainhas terem sido aprisionadas. Uma justificativa para o não aparecimento de colônias zanganeiras, com operárias fisiológicas, 30 dias após as rainhas terem sido aprisionadas, com interrupção da postura, é que os feromônios continuaram circulando na colônia. Deste modo, as rainhas continuaram a inibir o aparecimento das colônias zanganeiras

Isto demonstra que, em abelhas africanizadas, se as rainhas forem renovadas por este método, no início do verão, na região fitogeográfica da floresta com araucária, as colônias necessitarão de mais de 35 dias para se tornarem zanganeiras, conforme indicado por PEGORARO *et al.* (1996a, 1997).

Uma das causas da menor taxa de renovação de rainhas nas colônias do segundo experimento poderia ser a menor disponibilidade de recursos alimentares, no período do verão de 1999. Provavelmente, as colônias com menor capacidade para armazenar alimento apresentam maior sensibilidade à baixa disponibilidade destes e não renovam rainhas nesta

situação. Isto pode ter ocorrido com duas colônias do experimento 1 e três colônias do experimento 2.

A criação de rainhas envolve tecnologia delicada, por isso os pequenos apicultores encontram dificuldades de renovar suas rainhas, além do árduo tempo despendido na manipulação das larvas e rainhas. Por isso, recomenda-se desenvolver métodos menos complexos de renovação desta casta (HAYES JUNIOR, 1991 e PEGORARO *et al.*, 1996a).

Segundo Sommer (P. G. Sommer, comunicação pessoal 2002) baseado em suas observações no manejo em abelhas africanizadas, as colônias cujos enxames foram capturados com caixa iscas desenvolvem-se melhor no primeiro ano que no segundo ano e melhor do que as colônias que estão estabelecidas nos apiários. Ele acredita que isto seja devido aos favos serem novos, ao ninho não estar obstruído com mel das floradas anteriores e que o enxame capturado (secundário) pode estar com rainha nova.

Para PÉREZ-SATO & CERVANTE-SANTANA (2001), é difícil manter a rainha de colônias de abelhas africanizadas por mais de um ano em apiários comerciais, pois as rainhas com mais de um ano são poucas e, geralmente, suas posturas são excelentes com cria sadia e alta população de abelhas, porém no final do segundo ano é necessário substituí-las.

O método descrito nesta pesquisa poderá ser utilizado não só para renovar rainhas, mas principalmente para garantir a diversidade genética e melhorar o desempenho da população de abelhas africanizadas dentro dos apiários comerciais. Além disso, pode ser aplicado para a captura das rainhas quando os apicultores as substituírem (PEGORARO, 1997).

4. 5 Desenvolvimento das colônias durante o inverno

4.5.1 Quantidade de ovos/larvas

A variável aleatória quantidade de ovos/larvas produzidas foi submetida ao teste de Kolmogorov-Smirnov que apresentou valor-p de $p = 0,0000$, portanto, os dados não são Gaussianos. Sendo assim, optou-se pelo teste não-paramétrico de Friedman para proceder à Análise de Variância Clássica, com valor-p de $p = 0,00842$, sugerindo que as colônias estudadas vêm de populações diferentes e formam três grupos homogêneos distintos para esta variável, nos apiário na região fitogeográfica da Floresta com Araucária (Tabela 5).

Na Tabela 5, observa-se que as colônias 1, 6, 16, 3, 10, 8, 13, 9, 14, 4 e 15 apresentaram os maiores índices para a variável em estudo e formaram um grupo homogêneo superior (GH), caracterizado em função do valor-p de $p = 0,059$ (Tabela 5 e Figura 10). Este grupo representou 55% da população. As colônias que compõem este grupo tendem a apresentar população acima da média, porém com menor reserva de mel, pois esta variável não apresenta correlação significativa com a produção de mel (SOLLER BAR-COHEN, 1967; MARCEAU *et al.*, 1990 e PALACIO *et al.*, 1994).

Acredita-se que este grupo de colônias só terá aptidão para armazenar mel se apresentar boa proporção entre a quantidade de cria e de recursos alimentares, confirmando as observações de PEGORARO (1997), pois os recursos alimentares serão transformados em crias e estas em operárias adultas (WOYKE, 1984; DEGRANDI-HOFFAMAN, 1989 e GENC & AKSOY, 1997).

Observa-se na Tabela 5, que as colônias 20, 5 e 12 apresentaram o menor índice para a variável aleatória em análise e formaram outro grupo homogêneo inferior, observado através do valor-p de $p = 0,0969$. Este grupo representou 15% da população. Em função da menor quantidade de crias, este grupo de colônias de abelhas africanizadas tende a produzir colônias com menor número de operárias forrageiras. Portanto, suas colônias podem apresentar dificuldade para desenvolver-se e coletar néctar e transformá-lo em mel e coletar pólen (HAUSER & LENSKY, 1994).

Entre os grupos homogêneos superior e inferior existe outro grupo, conforme observado na Tabela 5. Este é importante porque as colônias com tamanho intermediário

poderão apresentar a possibilidade de equilíbrio entre a quantidade de crias com as reservas de alimento, associando dois fatores importantes para a apicultura que é a reserva de alimento e a força de trabalho. Estes fatores são importantes porque quando as operárias forrageiras coletam néctar e pólen, promovem o desenvolvimento de crias e poderão formar reservas de mel para as colônias sobreviverem (WOYKE, 1984; DEGRANDI-HOFFAMAN, 1989 e GENC & KSOY, 1997).

TABELA 5- Classificação das colônias de abelhas africanizadas com rainhas renovadas quanto à quantidade de ovos/larvas, no período de maio a julho de 1998 em Mandirituba, Paraná.

Ordem de classificação	Colônias	Rank	Grupos
1º	1	17,000	Superior p = 0,059
2º	6	17,000	Superior p = 0,059
3º	16	17,000	Superior p = 0,059
4º	3	15,666	Superior p = 0,059
5º	10	14,500	Superior p = 0,059
6º	8	14,000	Superior p = 0,059
7º	13	12,833	Superior p = 0,059
8º	9	12,666	Superior p = 0,059
9º	14	11,500	Superior p = 0,059
10º	4	11,333	Superior p = 0,059
11º	15	11,000	Superior p = 0,059
12º	17	10,333	Intermediário
13º	2	8,666	Intermediário
14º	7	8,333	Intermediário
15º	19	7,833	Intermediário
16º	11	6,666	Intermediário
17º	18	5,000	Intermediário
18º	12	3,666	Inferior p = 0,0969
19º	5	2,833	Inferior p = 0,0969
20º	20	2,166	Inferior p = 0,0969

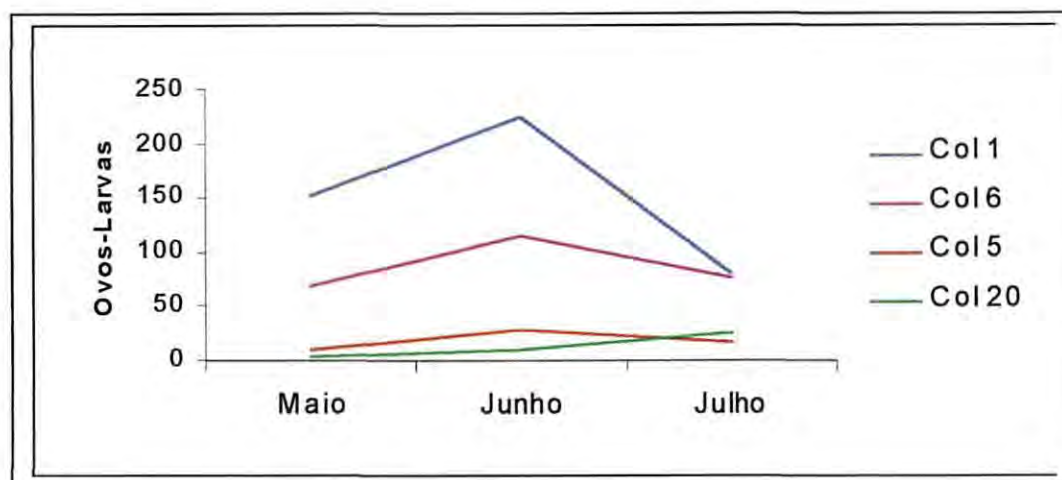


Figura 10– Tendência da variável aleatória área de ovos/larvas de abelhas africanizadas em 4 cm² nas colônias 1, 6, 5 e 20, no período de maio, junho e julho de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Durante o outono e o inverno, a quantidade de néctar e pólen é reduzida no sul do Brasil, conforme SOMMER (1972) e PEGORARO *et al.* (1999). Entretanto, no local do estudo, durante o mês de maio, a lageana, *Baccharis* sp., disponibilizou néctar e pólen às abelhas africanizadas, enquanto que em meados de julho a bracatinga, *M. scabrella* iniciou a floração. Portanto, existiam recursos alimentares disponíveis durante o período de maio a julho, o que tornou possível às rainhas ovipositarem, permitindo o desenvolvimento das colônias e sugerindo que é possível melhorar o pasto apícola com bracatinga durante o inverno. A Figura 10 representa a tendência da variável aleatória área de ovos/larvas, entre as colônias, observada durante o inverno.

Quanto à quantidade de ovos/larvas produzidas, foram identificados três grupos homogêneos na população das abelhas africanizadas (Tabela 5), demonstrando variabilidade para esta característica em Mandirituba, Paraná.

Os grupos detectados são semelhantes aos postulados por VENCOVSKY & KEER (1982) e observados por PEGORARO *et al.* (2001).

A quantidade de ovos/larvas foi, em média, de $355,22 \pm 255,72 \times 4 \text{ cm}^2$; e variação de 12 a $1.056 \times 4 \text{ cm}^2$ e coeficiente de variação de 89,43%.

Nas colônias de abelhas africanizadas mantidas na unidade fitogeográfica da Floresta Ombrófila Mista Montana (Floresta com Araucária), constatou-se que a quantidade média de ovos/larvas, nas quatro estações do ano, foi de $785,76 \pm 755,52 \times 4 \text{ cm}^2$, quantidade esta

atribuída à disponibilidade de recursos alimentares, principalmente, na primavera (PEGORARO *et al.*, 2001).

Acredita-se que as razões destas variações estão, principalmente, na capacidade diferenciada das colônias de abelhas africanizadas buscar recursos alimentares (néctar e pólen), pois no local do experimento, *Baccharis* sp. disponibilizou alimento durante o mês de maio e o início da florada de *M. scabrella* em meados de julho.

Tabela 6 – Estatística das seis variáveis avaliadas em 20 colônias de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Variável	\bar{x}	s	cv%	(K-S) p	(F) p	(GH F) p	(Gh F) p
Ovo/larva	285,72	255,52	89,43	0,005	0,0084	0,059	0,0969
Pupas	561,28	124,43	88,68	0,0473	0,0052	0,0694	0,0967
Mel	1,375,0	1,186,4	86,54	0,10	9×10^{-12}	0,275	0,135
Pólen	155,44	107,76	69,31	0,333	0,0099	0,0742	0,306
Pca	1,713	3,04	177,64	0,00007	0,042	0,0497	0,04978
Varroa	3,546	2,53	71,48	0,237	0,0055	0,099	0,0706

\bar{X} = média geral da população em 4 cm² para as variáveis; s = desvio padrão; cv = coeficiente de variação em percentagem; (K-S) p = valor-p do teste de Kolmogorov-Smirnov; (F) p = valor-p do teste Friedman; (GH F) p = valor-p do teste de Friedman do grupo homogêneo superior; (Gh F) p = valor-p do teste de Friedman grupo homogêneo inferior e Pca = proporção cria-alimento.

4.5.2 Quantidade de pupas

Para a variável aleatória área de pupas produzidas, aplicou-se o teste de Komogorov-Smirnov, com valor-p de $p = 0,04727$, demonstrando que esta variável aleatória não segue distribuição normal. Desta forma, descartou-se a Análise de Variância Clássica e optou-se pelo teste não paramétrico de Friedman, com valor-p de $p = 0,00524$, conforme a Tabela 7.

Na Tabela 7, observa-se que as colônias 6, 13, 8, 1, 10 e 3 apresentaram os maiores índices para esta variável e formaram um grupo homogêneo, considerado superior, caracterizado através do valor-p de $p = 0,0694$. Este grupo representa 30% da população, tendendo a formar colônias com grande quantidade de operárias e pouca reserva de alimento, como descreveram SOLLER BAR-COHEN (1967) e GENS & AKSOY (1997).

Na Tabela 7, as colônias 20, 17 e 5 formaram grupo homogêneo e inferior, e apresentaram os menores índices na ordem de classificação, caracterizados através do valor -p de $p = 0,0967$ da tabela 6. Este grupo representa 15% da população. Entre os dois grupos existe outro grupo intermediário.

TABELA 07 - Classificação das colônias de abelhas africanizadas, quanto a quantidade de pupas no período de maio a julho de 1998 em Mandirituba, Paraná.

Ordem de classificação	Colônias	Rank	Grupos
1°	6	19,000	Superior $p = 0,0694$
2°	13	16,333	Superior $p = 0,0694$
3°	8	15,666	Superior $p = 0,0694$
4°	1	15,333	Superior $p = 0,0694$
5°	10	15,333	Superior $p = 0,0694$
6°	3	14,666	Superior $p = 0,0694$
7°	9	12,666	Intermediário
8°	11	12,666	Intermediário
9°	2	11,833	Intermediário
10°	14	11,666	Intermediário
11°	12	10,666	Intermediário
12°	16	9,666	Intermediário
13°	4	9,166	Intermediário
14°	19	8,000	Intermediário
15°	7	7,000	Intermediário
16°	15	6,333	Intermediário
17°	18	4,833	Intermediário
18°	5	3,666	Inferior $p = 0,0967$
19°	17	3,333	Inferior $p = 0,0967$
20°	20	2,166	Inferior $p = 0,0967$

A quantidade de pupas foi, em média, $561,01 \pm 479,72 \times 4 \text{ cm}^2$, com variação de 20 a $2.500 \times \text{cm}^2$ e coeficiente de variação de 88,67% (Figura 11). PEGORARO *et al.* (2001) obtiveram média anual de $354,48 \pm 278,84 \times 4 \text{ cm}^2$ de área de pupas produzidas, portanto, menor do que o obtido nesta pesquisa, devido à ausência de lageana, entre outros fatores.

A área de pupas mais a área de ovos/larvas foram consideradas como área de crias, que não são correlacionadas com a aptidão das colônias de armazenar mel (SOLLER BARCOHEN, 1967; WINSTON *et al.*, 1981; NOGUEIRA-COUTO, 1991; WOYKE, 1984; MARCEAU *et al.*, 1990 e GENC & AKSOY, 1997).

Assim, ficou demonstrado que há diferenças significativas entre as colônias da população de abelhas africanizadas quanto à quantidade de pupas produzidas durante o período de maio a julho. Na Tabela 7, há três grupos distintos de colônias de abelhas africanizadas quanto à capacidade de produzir pupas, concordando com PEGORARO *et al.* (2001). Porém, existiu um fator novo que possibilitou a produção de maior quantidade de crias, a espécie vegetal *Baccharis* sp., que disponibilizou néctar e pólen durante o mês de maio.

A Figura 11 demonstra a tendência da variável aleatória área de pupas produzidas.

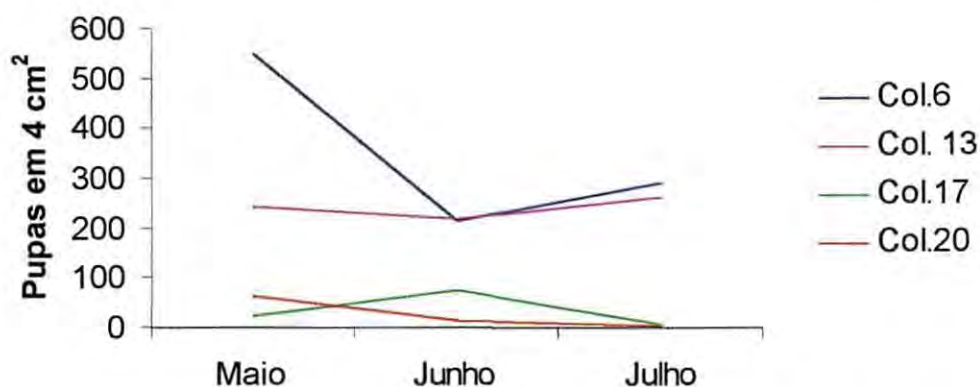


FIGURA 11 - Tendência da variável área de pupas produzidas nas colônias 6, 13, 17 e 20 de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Segundo BARKER (1971), NABORS (1997) e PEGORARO 1997, o modelo geral de desenvolvimento das colônias de *A. mellifera* é o seguinte: quando diminui a quantidade de néctar e pólen na natureza, a quantidade de crias nas colônias diminui proporcionalmente.

No final do inverno e início da primavera, no sul do Brasil, existe um período de transição, no qual há baixa disponibilidade de alimentos para abelhas africanizadas, com temperaturas e luminosidade abaixo da média anual, enquanto a umidade relativa do ar está acima da média anual (IAPAR, 1994). Estes fatores dificultam o voo das operárias

forrageiras, diminuem a concentração de açúcares no néctar e, conseqüentemente, reduzem a frequência das operárias forrageiras, como acontece nas primeiras horas do dia, conforme discutido no item 4.9 (Figuras 25 e 26), o que dificulta o transporte e a transformação do néctar em mel. No entanto, como o pólen é sólido, ele sofre menos com as variações ambientais da umidade relativa do ar. Mas, a temperatura baixa torna difícil para as operárias forragearem este recurso. Assim, nessa época, tem-se a proporção mais alta entre crias/alimento, durante o ano apícola conforme observado por PEGORARO (1997). Portanto, as colônias que estiverem com menor reserva de mel no final do outono (loais sem bracinga) poderão migrar no inverno.

4.5.3 Quantidade de mel armazenado

Na variável aleatória área de mel armazenado, a Gaussianidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e apresentou valor-p de $p = 0,100$. Logo aceita-se a Gaussianidade. A independência dos resíduos foi verificada graficamente e a Análise de Variância Clássica pode de ser aplicada, apresentando valor-p de $p = 9 \times 10^{-12}$, demonstrando que existia diferença significativa entre as colônias, durante o inverno de 1998 (Tabelas 6 e 8).

Na Tabela 8, observa-se três grupos distintos de colônias de abelhas africanizadas quanto à capacidade das colônias de armazenar mel nos meses de maio a julho de 1998. Estes grupos foram postulados por VENCOVSKI & KERR (1982) e observados também por PEGORARO *et al.* (1999).

TABELA 8 - Classificação das colônias de abelhas africanizadas quanto à quantidade de mel armazenado no período de maio a julho de 1998 em Mandirituba, Paraná.

Ordem de classificação	Colônias	Rank	Grupos
1	8	20,000	Superior p = 0,275
2	6	18,333	Superior p = 0,275
3	10	17,666	Superior p = 0,275
4	16	16,333	Superior p = 0,275
5	9	14,833	Intermediário
6	17	14,000	Intermediário
7	12	13,500	Intermediário
8	7	12,333	Intermediário
9	3	11,000	Intermediário
10	1	10,000	Intermediário
11	11	9,666	Intermediário
12	4	9,500	Intermediário
13	19	8,333	Intermediário
14	15	8,000	Intermediário
15	18	6,000	Inferior p = 0,135
16	13	5,333	Inferior p = 0,135
17	20	5,166	Inferior p = 0,135
18	14	5,000	Inferior p = 0,135
19	2	3,000	Inferior p = 0,135
20°	5	2,000	Inferior p = 0,135

As colônias 8, 6, 10 e 16 formaram um grupo homogêneo superior porque apresentaram os maiores índices na ordem de classificação (*rank*) para esta variável aleatória, em relação ao restante da população estudada, observado através do valor-p de $p = 0,275$ (Tabela 8), representando 20% da população. Este foi considerado como o grupo que apresentou maior aptidão para armazenar mel (Tabela 8). Estas observações estão de acordo com PEGORARO *et al.* (1999), FARRAR (1973) e VENCOVSKI & KEER (1982), os quais afirmaram que nos apiários existe um grupo de colônias que produz mel acima da média e, portanto, existe a possibilidade de melhoramento genético em *A. mellifera* e *A. m. scutellata* (Tabela 8).

Na Tabela 8, observa-se que as colônias 18, 13, 20, 14, 2 e 5 formaram outro grupo homogêneo, porém inferior, porque apresentaram os menores índices na ordem de classificação para a população em estudo, observados através do valor-p de $p = 0,135$. Este grupo foi considerado com menor aptidão para armazenar mel nos meses de maio a julho (PEGORARO *et al.*, 1999).

Para FARRAR (1973), o custo de manejo em colônias com baixa produtividade, geralmente, é igual ao das colônias com alta produtividade. Portanto, a presença dessas colônias nos apiários é antieconômica.

O objetivo do manejo das colônias nos apiários é sincronizar o desenvolvimento das colônias com a vegetação nativa para ter o máximo de operárias forrageiras quando existir o pico de florada (com maior disponibilidade de alimento). Todas as colônias poderiam possuir o máximo de população e nível de produção, porém o manejo eficiente exige que o apicultor reorganize os diferentes níveis de produtividade nas diferentes linhagens e mantenha somente as linhagens mais produtivas (FARRAR, 1973), eliminando o grupo inferior (Tabela 8).

Entre os dois grupos acima descritos observa-se um terceiro grupo intermediário (Tabela 8) que, segundo VENSICOVSKI & KERR (1982) e PEGORARO (1997), deve permanecer no apiário para manter a diversidade genética.

Esta variabilidade na área de mel armazenado foi encontrada durante todo o ano apícola por PEGORARO *et al.* (1999). Embora esta variável aleatória seja influenciada por fatores ambientais, tais como temperatura, precipitação pluviométrica e diferentes tipos de vegetação (SOMMER, 1972), os grupos homogêneos permaneceram os mesmos, assim como foi observado por PEGORARO *et al.* (1999). Isto sugere que as diferenças encontradas entre as colônias sejam de natureza genética (MILNE, 1985).

O coeficiente de herdabilidade para esta variável aleatória obtido por COUTO (1987), foi em média de 0,42. Para COLLINS *et al.* (1984), as variações ambientais determinaram a variação na herdabilidade de 0,20 a 0,92. Em *A. m. ligustica*, durante 13 anos de seleção, a herdabilidade média foi de 0,54 (BAR-COHEN *et al.*, 1978).

MILNE (1985) estudou as variáveis ciclo de vida das operárias, peso das pupas, área das corbículas e comportamento das colônias para armazenar mel, em 18 colônias de *A. m.*

ligustica, durante seis anos e demonstrou através da análise de variância que existiram diferenças estatisticamente significativas entre os anos e as colônias para a produção de mel. Além de todos os coeficientes serem correlacionados positivamente com os fatores ambientais que interferiram na produção de mel, o autor acredita que é possível selecionar, simultaneamente, as quatro variáveis estudadas em laboratório, porque entre as 18 colônias encontrou seis genótipos diferentes e identificou linhagens superiores para realizar o melhoramento genético e aumentar a produção de mel.

Nesta pesquisa, a quantidade média de mel armazenado foi de $346,00 \pm 296,61 \times 4\text{cm}^2$, variação de 10 a $1.091 \times 4\text{cm}^2$ e coeficiente de variação de 86,56%. Estas variações são atribuídas, principalmente, a fatores ambientais e espécies vegetais que disponibilizaram alimento para as operárias forrageiras.

A tendência desta variável está demonstrada na Figura 12.

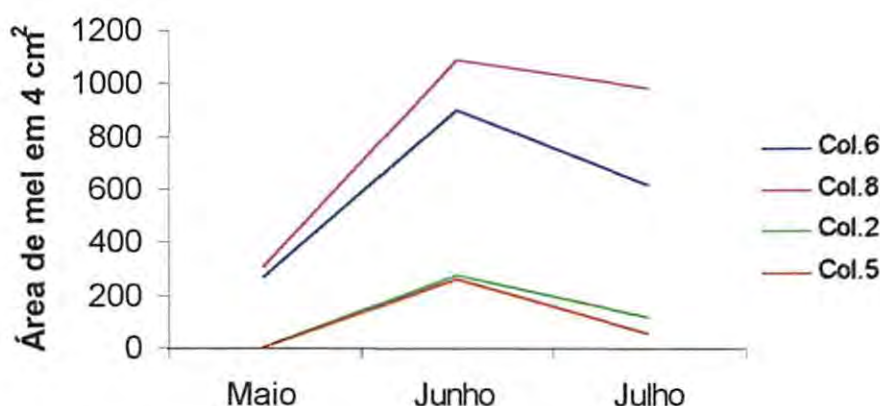


FIGURA 12-Tendência da variável aleatória quantidade de mel armazenado em 4cm^2 , em colônias de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Para esta variável, durante o ano apícola, PEGORARO (1997) encontrou média de $1.596,8 \pm 875,44 \times 4\text{cm}^2$.

4.5.4 Quantidade de pólen

A variável aleatória capacidade de armazenar pólen nos meses de maio a julho de 1998, foi testada pelo método de Kolmogorov-Smirnov que apresentou valor-p de $p =$

0,333. Pelo teste de Cochran, não se observa a homogeneidade da variância, verificado através do valor-p de $p = 0,0233$. Desta forma, descartou-se a Análise de Variância Clássica e utilizou-se o teste não-paramétrico de Friedman, que forneceu o valor-p de $p = 0,00995$, demonstrando diferenças estatística entre as colônias na população em estudo. Portanto, para o local do estudo as colônias vêm de populações diferentes. Estas observações estão em concordância com PEGORARO *et al.* (1999). Aplicou-se o teste de Friedman porque as observações estão bloqueadas pelos meses.

As colônias 6, 10, 16, 11 e 9 formaram o grupo homogêneo superior caracterizado através do valor-p de $p = 0,0742$ na Tabela 9, com os maiores índices na ordem de classificação, e representam 25% da população. Este grupo foi considerado com maior capacidade para armazenar pólen, pois estes dados confirmam o que foi postulado por VENCOVSKY & KERR (1982) e observado por PEGORARO *et al.* (1999).

As realeiras excedentes deste grupo foram utilizadas para substituir as rainhas das colônias pertencentes ao grupo homogêneo inferior quanto à capacidade de coletar pólen, conforme as Tabelas 8, 9 e 11.

As colônias 5, 20, 15 e 17 compõem o grupo homogêneo inferior em função de apresentarem as menores ordens de classificação (Tabela 9), observadas através do valor-p de $p = 0,04978$ (Tabela 6). Desta forma, este grupo de colônias foi considerado com baixa capacidade para armazenar pólen. Por isso, em programas de seleção que visam a produção deste produto, as rainhas deste grupo devem ser substituídas por rainhas descendentes de colônias com aptidão para armazenar pólen (MACKENSEN & NEY, 1969 e HELLMICH *et al.*, 1985) e com baixo grau de infestação de *V. destructor* (PEGORARO *et al.*, 2000), de acordo com o modelo de seleção proposto por WENSCOVSKY & KEER (1982).

Entre os dois grupos descritos anteriormente, existe outro grupo classificado como intermediário (Tabela 9). Este deverá permanecer no apiário, pois os dados obtidos por LAIDLAW JUNIOR & PAGE JUNIOR (1984) demonstram a importância da diversidade genética em *A. mellifera*.

Assim, sugere-se que exista variabilidade genética em relação à capacidade de armazenar pólen entre as colônias de *A. mellifera*, conforme observaram PEARSON & BRAIDEN (1990) e PEGORARO *et al.* (1999). Pode-se afirmar que existe possibilidade de

selecionar colônias com maior capacidade de armazenar pólen, conforme demonstraram MACKENSEN & NEY (1969).

TABELA 9- Classificação das colônias de abelhas africanizadas quanto a quantidade de pólen armazenado no período de maio a julho de 1998 em Mandirituba, Paraná.

Ordem de classificação	Colônias	Rank	Grupos
1°	6	18,666	Superior p =0,0742
2°	10	18,333	Superior p =0,0742
3°	16	15,500	Superior p =0,0742
4°	11	15,166	Superior p =0,0742
5°	9	14,500	Superior p =0,0742
6°	2	14,000	Intermediário
7°	8	12,333	Intermediário
8°	1	12,166	Intermediário
9°	3	11,833	Intermediário
10°	19	11,500	Intermediário
11°	4	11,000	Intermediário
12°	12	8,833	Intermediário
13°	14	8,333	Intermediário
14°	13	7,000	Intermediário
15°	18	6,666	Intermediário
16°	7	6,333	Intermediário
17°	17	6,166	Inferior p = 0,306
18°	15	6,000	Inferior p = 0,306
19°	20	3,666	Inferior p = 0,306
20°	5	2,000	Inferior p = 0,306

A quantidade média de pólen armazenado foi de $155,44 \pm 262,89 \times 4 \text{ cm}^2$, com variação entre 16 e $369 \times 4 \text{ cm}^2$, e o coeficiente de variação de 86,53%. Acredita-se que a causa destes resultados seja a variabilidade genética entre as colônias de abelhas africanizadas e diferentes capacidades destas de transformarem pólen em crias e a disponibilidade deste recurso na natureza (PEGORARO *et al.*, 1999). Além disso, parece que abelhas africanizadas coleta mais pólen, convertendo-o, rapidamente em crias e

apresentando velocidade de crescimento das colônias superior às das abelhas de origem européia (TOLEDO, 1991 e COUTO, 1993).

A tendência desta variável é mostrada na Figura 13.

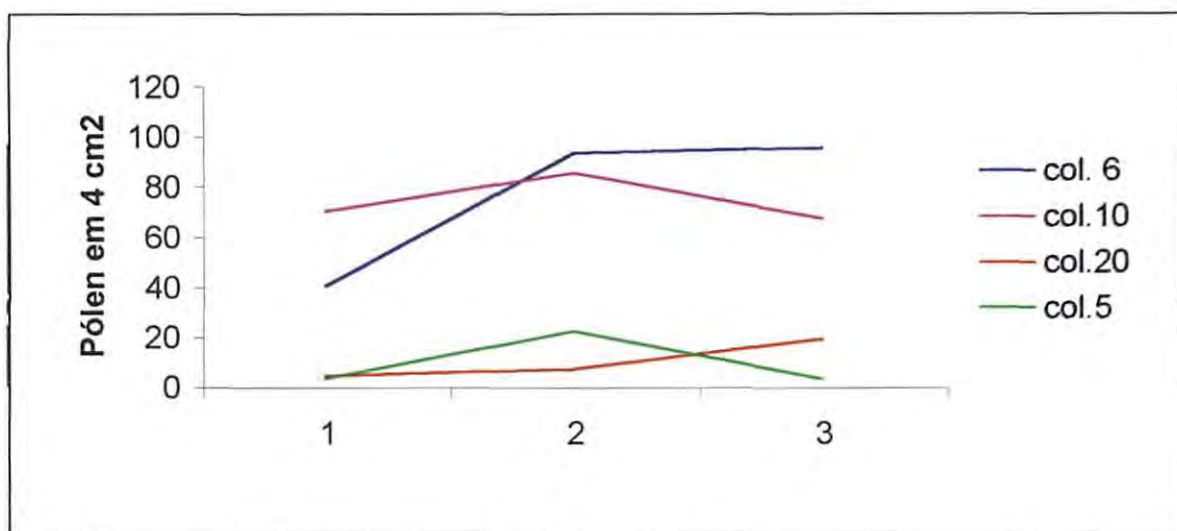


FIGURA 13- Tendência da variável aleatória quantidade de pólen armazenado em 4 cm², em colônias de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná.

4.5.5 Proporção entre a área de ovos/larvas e pupas (cria) produzidos e a área de mel e pólen armazenados (alimento)

Para a variável aleatória proporção entre a quantidade de cria e alimento, a Gaussianidade dos dados foi testada pelo método de Kolmogorov-Smirnov, que apresentou valor-p de $p = 0,000075$. Logo, não existe Gaussianidade nos dados. Desta forma, para proceder à Análise de Variância Clássica, optou-se pelo teste não-paramétrico de Friedman, que caracterizou o valor-p de $p = 0,042$. Assim, definiu-se que as colônias vêm de populações diferentes, em Mandirituba, Paraná, conforme foi observado por PEGORARO (1997). Esta tendência é demonstrada na Figura 14.

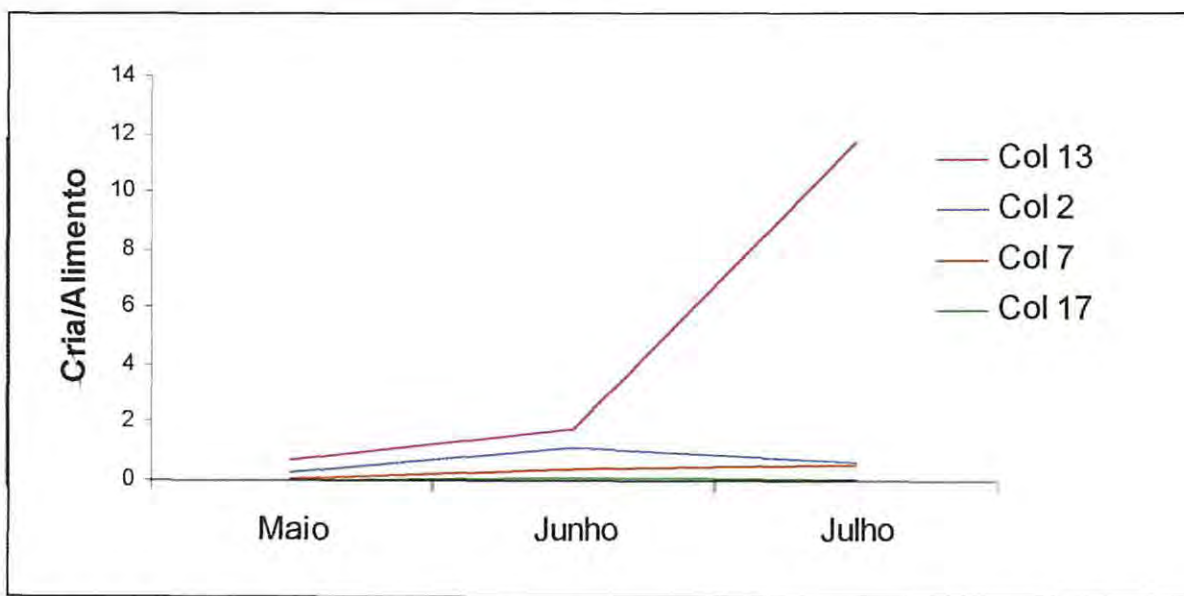


FIGURA 14 - Tendência da variável aleatória proporção entre a quantidade de crias e alimento nas colônias 17, 7, 13 e 2 de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná.

As colônias 17, 7 e 19 apresentaram os menores índices na ordem de classificação, conforme observado na Tabela 10, formando um grupo homogêneo superior com valor-p de $p = 0,497$. Este foi considerado mais equilibrado na conversão de mel e pólen em ovos/larvas e pupas (crias) e, conseqüentemente, em operárias forrageiras. Este fato sugere que há maior proporção de genes de abelhas de origem européia nesse grupo de colônias, conforme PEGORARO (1997).

TABELA 10- Classificação das colônias de abelhas africanizadas, quanto à quantidade de cria e recursos alimentares armazenados, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Ordem de classificação	Colônias	Rank	Grupos
1º	17	1,666	Superior p = 0,135
2º	7	5,500	Superior p = 0,135
3º	19	5,666	Superior p = 0,135
4º	18	6,833	Intermediário
5º	20	7,000	Intermediário
6º	16	7,666	Intermediário
7º	11	7,833	Intermediário
8º	15	9,166	Intermediário
9º	12	9,333	Intermediário
10º	8	9,833	Intermediário
11º	10	9,833	Intermediário
12º	9	10,333	Intermediário
13º	5	12,000	Intermediário
14º	4	13,000	Intermediário
15º	6	13,000	Intermediário
16º	3	14,000	Intermediário
17º	14	16,333	Intermediário
18º	1	16,666	Inferior p = 0,04978
20º	2	17,000	Inferior p = 0,04978
19º	13	17,333	Inferior p = 0,04978

As colônias 13, 2 e 1 apresentaram os maiores índices na ordem de classificação (Tabela 10) e formaram um grupo homogêneo inferior, caracterizado em função do valor-p, de $p = 0,135$. Conforme recomenda PEGORARO *et al.* (2002), as rainhas deste grupo devem ser substituídas.

Entre os dois grupos descritos anteriormente existe outro grupo intermediário (Tabela 10), que deve permanecer no apiário para garantir a diversidade genética, conforme foi proposto por VENKOVSKY & KERR (1982), LAIDLAW JUNIOR & PAGE JUNIOR (1984) e PEGORARO (1997).

Segundo PEGORARO (1997), uma colônia ideal deve apresentar equilíbrio na conversão de mel e pólen em crias, produzir uma quantidade de crias que garanta seu desenvolvimento, armazenar reservas para sobreviver ao inverno, permitir colheitas pelo apicultor e apresentar baixo grau de infestação com *V. destructor*, de maneira que as colônias que não apresentarem essas características são economicamente inviáveis.

4.5.6 Grau de infestação com *V. destructor*

Na variável aleatória percentagem de infestação com *V. destructor*, a Gaussianidade dos dados foi verificada pelo método de Kolmogorov-Smirnov e apresentou valor-p de $p = 0,237$. A homogeneidade de variância foi verificada pelo método de Cochran, mas não foi aceita em função do valor-p de $p = 0,002$. Portanto, descartou-se a Análise de Variância Clássica e optou-se pelo teste não-paramétrico de Friedman já que o experimento está bloqueado nos meses. Este demonstrou diferenças significativas entre as colônias de abelhas africanizadas, observadas através do valor-p de $p = 0,0055$.

Na Tabela 11 as colônias 2, 6, 16, 13, 14, 18, 3 e 1 apresentaram os menores índices no grau de infestação por *V. destructor* e formaram um grupo homogêneo, caracterizado através do valor-p de $p=0,099$ (Tabela 6 e 11), que foi considerado com maior tolerância a este ectoparasita. Este grupo apresentou 40% da população.

As colônias de abelhas africanizadas que pertencem ao grupo homogêneo superior devem fornecer realeiras para substituir as rainhas das colônias do grupo homogêneo inferior, conforme afirma PEGORARO (1997), porque existe tolerância, mas não é homogênea em abelhas africanizadas à *V. destructor* na América tropical e subtropical, (DE JONG, 1996; GUZMAN-NOVOA *et al.*, 1999; MEDINA & MARTIN, 1998 e ROSENKRANZ, 1999).

O grupo homogêneo inferior composto pelas colônias 1, 7, 17, 12, 5, 15 e 19, foi caracterizado através do valor-p de $p = 0,0706$, compondo 35% da população, conforme

observado na Tabela 11, com os maiores índices na ordem de classificação. Conseqüentemente, estas colônias têm menor tolerância a *V. destructor* como sugerem BOOT *et al.* (1994). Neste grupo de colônias, suas rainhas devem ser substituídas por rainhas de colônias mais tolerantes a este ácaro, conforme sugerido por PEGORARO *et al.* (2000).

O grau de infestação com *V. destructor* observado neste experimento, em adultos de abelhas africanizadas foi em média $3,54 \pm 2,53\%$, com variação entre 0,29% e 11,67%, e o coeficiente de variação foi de 74,48%.

TABELA 11- Classificação das colônias de abelhas africanizadas, quanto ao grau de infestação com *V. destructor*, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Ordem de classificação	Colônias	Rank	Grupos
1°	2	2,666	Superior p = 0,099
2°	6	3,666	Superior p = 0,099
3°	16	3,666	Superior p = 0,099
4	13	3,666	Superior p = 0,099
5°	14	4,666	Superior p = 0,099
6°	18	6,333	Superior p = 0,099
7°	3	8,333	Superior p = 0,099
8°	1	9,000	Superior p = 0,099
9°	20	9,333	Intermediário
10°	9	10,333	Intermediário
11°	10	10,666	Intermediário
12°	8	11,333	Intermediário
13°	4	12,000	Intermediário
14°	19	13,666	Inferior p = 0,0706
15°	15	14,333	Inferior p = 0,0706
16°	5	14,333	Inferior p = 0,0706
17°	12	16,666	Inferior p = 0,0706
18°	17	17,666	Inferior p = 0,0706
19°	7	18,333	Inferior p = 0,0706
20°	1	19,333	Inferior p = 0,0706

No Brasil, o grau de infestação com *V. destructor* foi inferior a 4%, mesmo durante o inverno, no sul do Brasil, quando espera-se um grau de infestação mais elevado (GONÇALVES, 1986; SILVA *et al.*, 1994; VIANA, 1994 e PEGORARO *et al.*, 2000). Entretanto, em um mesmo apiário existem diferentes graus de tolerância conforme pode-se constatar pelos dados apresentados na Tabela 11. Nas regiões não tropicais da Argentina, as colônias não sobrevivem sem tratamento contra a *Varroa*, ao contrário do que se observa no Brasil e Uruguai (ROSENKRANZ, 1999). Este autor acredita que há efeito negativo na produção de mel no Brasil por causa da infestação com *V. destructor*, porém os resíduos dos acaricidas que ficariam nos produtos apícolas, principalmente, méis e cera causariam prejuízos maiores à apicultura brasileira. Desta forma, o Brasil é um reduto no mundo em que ainda se produzem produtos apícolas livres de resíduos de acaricida.

O grupo com maior grau de infestação é o grupo com menor tolerância a este ácaro (Tabela 11). Portanto, as rainhas deste grupo devem ser substituídas, na primavera seguinte, com o propósito de reduzir o número de colônias suscetíveis a este ácaro e reduzir o número de genes que transmitem este caráter.

Entre os dois grupos acima descritos, existe um terceiro grupo observado na Tabela 11, que deve permanecer no apiário para aumentar a diversidade genética, de acordo com LAIDLAW JUNIOR e PAGE JUNIOR, 1984).

Estes dados estão de acordo com ANDERSON (2000) que, com base em análise genética e morfológica, definiu dois grupos ou biótipos de fêmeas de *V. destructor*; sendo que as fêmeas deste ácaro que infestam *A. cerana* são menores que as que parasitam *A. mellifera*.

Segundo KULINCEVIC *et al.* (1992) as variações mínimas e máximas para linhagens tolerantes de *A. mellifera* foram, respectivamente, de 5,64% a 9,85% e para linhagens suscetíveis as variações de 14,8% e 23,8%. Estes autores registraram flutuação sazonal na infestação de *V. destructor* na cria de *A. m. carnica*, com linhagens tolerantes e suscetíveis, demonstrando que este ácaro também parasita as colônias de origem européia em diferentes graus. Estes dados confirmam que a infestação com *Varroa* não ocorre de forma homogênea na população de abelhas melíferas, fato este não demonstrado por MESSAGE (1989), NOGUEIRA-COUTO (1991); SILVA *et al.* (1994).

A tendência desta variável aleatória está demonstrada na Figura 15.

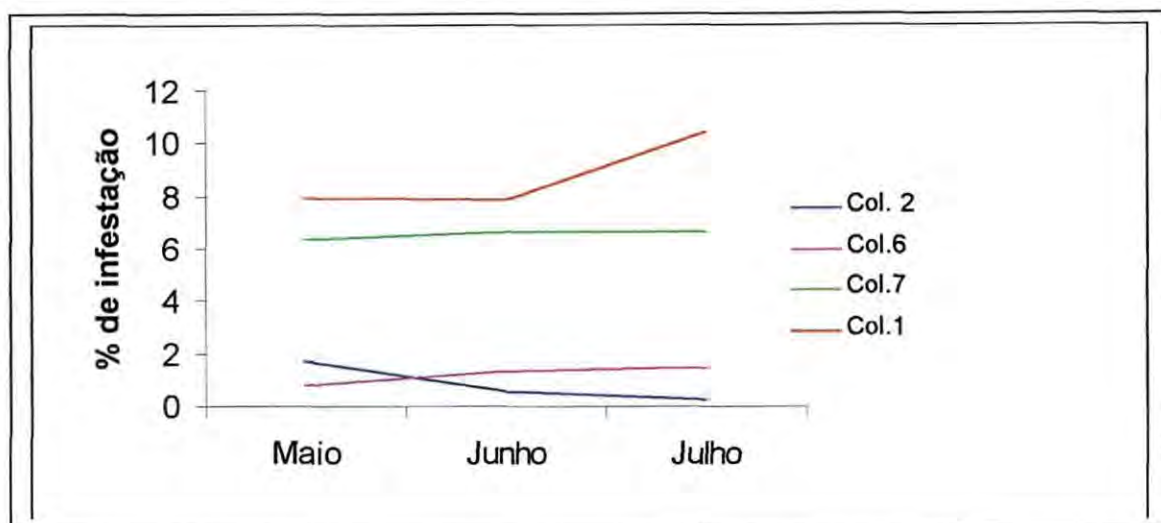


FIGURA 15-Tendência da variável aleatória percentagem de infestação com *V. destructor*, em colônias de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, em Mandirituba, Paraná.

HARRIS & HARBO (2000) observaram a capacidade reprodutiva de *Varroa* em linhagens tolerantes e suscetíveis de *A. mellifera* (núcleos com 1 Kg de abelhas), e após 47 dias constataram diferenças significativas entre as duas linhagens.

O grau de infestação avaliado (Tabela 11) indica que não é necessário recorrer ao método de controle químico da *V. destructor*, no Brasil, concordando com PEGORARO *et al.* (2000) e GONÇALVES (2002), mas recomenda-se que os apicultores monitorem as colônias de seus apiários para eliminar as rainhas das colônias que apresentarem os maiores graus de infestação com este ácaro.

Um dos problemas mais sérios para a apicultura mundial é o controle da *V. destructor* com acaricidas, pois estes promovem a resistência dos ácaros, contaminam os produtos apícolas e até o momento não existe um acaricida ou controle biológico eficaz contra esse ectoparasita (VAN BUREN *et al.*, 1992; COLOMBO *et al.*, 1994; MILANI, 1999; WALLNER, 1999; CALDERONE, 2000; GONÇALVES, 2002 e MESSAGE, 2002).

Assim, recomenda-se o desenvolvimento de linhagens tolerantes (PEGORARO *et al.*, 2000; SPIVAK & REUTER, 2001 e GONÇALVES, 2002), que podem pertencer ao grupo homogêneo superior (Tabela 11), caracterizado em função do valor-p de $p = 0,099$

(Tabela 6) e representam 40% da população. Este foi considerado o grupo com maior tolerância à *V. destructor*, concordando com a definição de BOOT *et al.* (1994), pois apresentaram as menores percentagens de infestação em adultos de abelhas melíferas.

Linhagens tolerantes foram analisadas por HARBO & HARRIS (2001), em núcleos com 0,9 Kg de abelhas com rainhas selecionadas e não selecionadas, acasaladas ao ar livre. Após 115 dias, obtiveram os seguintes resultados: total de ácaros da população de 424 ± 179 (selecionado) e 834 ± 656 (não selecionadas); percentagens de infestação nas pupas, $4,4 \pm 1,6$ (selecionadas) e $14,0 \pm 11,11$ (não selecionadas); o peso médio dos núcleos em Kg foi $1,9 \pm 0,3$ (selecionadas) e $1,6 \pm 0,6$ (não selecionadas).

Para HARRIS & HARBO (2000), em linhagens de *A. mellifera* selecionadas para tolerar *V. destructor*, a percentagem de ácaros que não deixou descendentes variou entre 32 a 58%. Estes dados sugerem que as colônias que pertencem ao grupo homogêneo superior limitam a capacidade reprodutiva da *V. destructor*. Porém, mesmo em linhagens selecionadas existe variação. Isto sugere que o processo de seleção de abelhas africanizadas seja contínuo (SOMMER, 1989) e recomenda-se que este deve ocorrer no momento da renovação das rainhas (PEGORARO, 1997).

Mesmo não sendo necessário o uso de controle químico de *V. destructor*, (DE JONG, 1998 e GONÇALVES, 2002), é fundamental monitorar o grau de infestação da população de *V. destructor* nas colônias de abelhas africanizadas, principalmente no sul do Brasil, durante o inverno, pois, na Argentina, onde predominam abelhas de origem européia, a infestação com este ácaro alcançou graus superiores aos das abelhas africanizadas no Brasil (DE JONG, 1984c e ISSA & DE JONG, 2002).

Em clima tropical, nas colônias descendentes do grupo com maior grau de infestação com *V. destructor*, a longevidade das mesmas não é alterada significativamente (BIANCHINI & NOGUEIRA-COUTO, 1997). Porém, deve-se considerar que no sul do Brasil, no início do outono até meados do inverno, a quantidade de néctar e pólen disponível na natureza não existe ou é insignificante para o desenvolvimento das colônias de abelhas africanizadas (SOMMER, 1972 e PEGORARO *et al.*, 1999), além de a temperatura estar abaixo da média anual (IAPAR, 1994). Como consequência, nesse período o grau de

infestação com *V. destructor* nas operárias adultas foi o mais elevado do ano apícola (ROCHA & ALMEIDA LARA, 1994; SILVA *et al.*, 1994; PEGORARO *et al.*, 2000).

O grau mais elevado de infestação com *V. destructor* em colônias de abelhas africanizadas está associado ao efeito sazonal que causa baixa disponibilidade de recursos alimentares, tanto em clima tropical como em clima temperado. Isto reduz a quantidade de cria e as fêmeas deste ácaro que parasitam as operárias de *A. m. mellifera* e o grau de infestação aumenta em operárias adultas (NOGUEIRA-COUTO, 1991; SILVA *et al.*, 1994 e PEGORARO *et al.*, 2000).

Apesar desse ectoparasita manter-se em equilíbrio por um longo período com o hospedeiro original, *A. cerana*, em *A. mellifera* essa adaptação não foi estabelecida e o ácaro, normalmente, causa perdas para a apicultura industrial (DE JONG, 1984a). Porém, no Brasil, a apicultura está estabelecida com abelha africanizada e a infestação com *V. destructor* não alcançou um grau de infestação que cause perdas de colônias.

4.5.7 Correlação entre ovos/larva, pupas, mel, pólen e infestação com *V. destructor*

A correlação entre a percentagem de infestação com *V. destructor* e a quantidade de pólen estocado foi de $r = 0,1516$, considerada fraca e não foi significativa (Tabela 12), corroborando parcialmente com os dados obtidos por PEGORARO (1997), que encontrou correlação negativa e moderada entre as duas variáveis. O grau de tolerância à *Varroa* está relacionado, entre outros fatores, com a capacidade das operárias de remover pupas infestadas, *auto-grooming*, quantidade de feromônios liberados pelas larvas infestadas, capacidade reprodutiva do parasita e duração do ciclo reprodutivo das pupas de operárias (DE JONG *et al.*, 1982a; CAMAZINE, 1986; COUTO, 1987; PENG *et al.*, 1987b; KULINCEVIC *et al.*, 1992; FERNANDEZ, 1994; GUERRA *et al.*, 1994; RICKLI, 1995 e SPIVAK & DOWNEY, 1998).

Para JANMAAT & WINSTON (2000), que estudaram colônias com aproximadamente 16.000 abelhas e áreas de cria e pólen, respectivamente, de 3.500 e 3.000 cm² (alto estoque de pólen) e colônias com 430 cm² (baixo estoque de pólen), não existiram diferenças significativas para a característica capacidade reprodutiva da *V. destructor*, mas para a característica comportamento higiênico foi observada diferença significativa entre os dois grupos estudados.

TABELA 12 - Matriz de correlação (coeficiente de Pearson) para as variáveis: área de ovos/larvas, pupas, mel pólen e percentagem de infestação com *V. destructor*, em 20 colônias de abelhas africanizadas, no período de maio a julho de 1998, Mandirituba, Paraná.

Ovos-larvas	Ovos/larvas	Pupas	Mel	Pólen
Pupas	0,7203 *			
	(60)**			
	0,0000***			
Mel	0,1715*	0,0236*		
	(60)**	(60)**		
	0,1900***	0,8581***		
Pólen	0,3918*	0,2944*	0,4361*	
	(60)**	(60)**	(60)**	
	0,0020***	0,0224***	0,0005***	
<i>Varroa</i>	0,0242*	0,0319*	0,1701*	0,1516*
	(60)**	(60)**	(60)**	(60)**
	0,8543***	0,8087***	0,1938***	0,2476***

*Valor r da análise de correlação de Pearson

** Tamanho da amostra

***Valor p da análise de variância

As quantidades de ovos/larvas, pupas, mel e pólen são sazonais em função da disponibilidade de néctar e pólen na natureza (PEGORARO *et al.*, 1999 e PEGORARO *et al.*, 2001). A correlação entre a quantidade de ovos/larvas com pupas, durante o inverno, foi negativa e fraca (Tabela 12). No local do estudo, no início do mês de maio, ocorreu a florada da lageana (*Baccharis* sp.), estimulando a postura das rainhas e, no final desse mês, existiu equilíbrio entre os estágios de larva e pupa. Durante o mês de junho, a disponibilidade de alimento (néctar e pólen) foi reduzida. Com isto, aumentou a proporção de pupas em relação a ovos e larvas, e no final do mês de julho havia pupas remanescentes dos ovos e larvas da florada de lageana.

O início da florada da bracatinga (*M. scabrella*), meados de julho disponibilizou pouco néctar e pólen, mas o suficiente para estimular as rainhas a ovipositar. Então, a

quantidade de ovos e larvas foram inferior à quantidade de pupas. Neste estudo, as correlações entre as variáveis ovos/larvas com mel foram fracas e não significativas.

O pico de florada da bracatinga, na região de Mandirituba, ocorre durante o mês de agosto, possibilitando a renovação de 50% dos favos velhos dos ninhos, sendo que as colônias desenvolvem-se e utilizam eficientemente a florada da primavera que é a principal na região da Floresta com Araucária.

As colônias que apresentarem baixo grau de infestação com *V. destructor* e boa proporção entre quantidade de cria e recursos alimentares são candidatas a matrizes, e suas progênies deverão ser avaliadas para conhecer qual é o grau de herdabilidade, pois acredita-se que existe possibilidade de selecionar-se linhagens tolerantes à *V. destructor* e com alta capacidade de produzir mel e coletar pólen.

4.6 Eficiência de um modelo de tela de coletor de pólen utilizado em colônias de abelhas africanizadas

Uma análise exploratória dos dados demonstrou que a distribuição dos mesmos não atendeu às três premissas da Gaussianidade, verificada pelo teste se Kolmogorov-Smirnov e, através do valor p de $p = 0,04347$, esta foi rejeitada. Portanto, a variável aleatória eficiência da tela do coletor em reter bolotas de pólen não segue distribuição normal (Figura 16), com média de $60,47\% \pm 9,57\%$ e variação mínima, máxima e coeficiente de variação, respectivamente, de 45% e 87% e 15,83%.

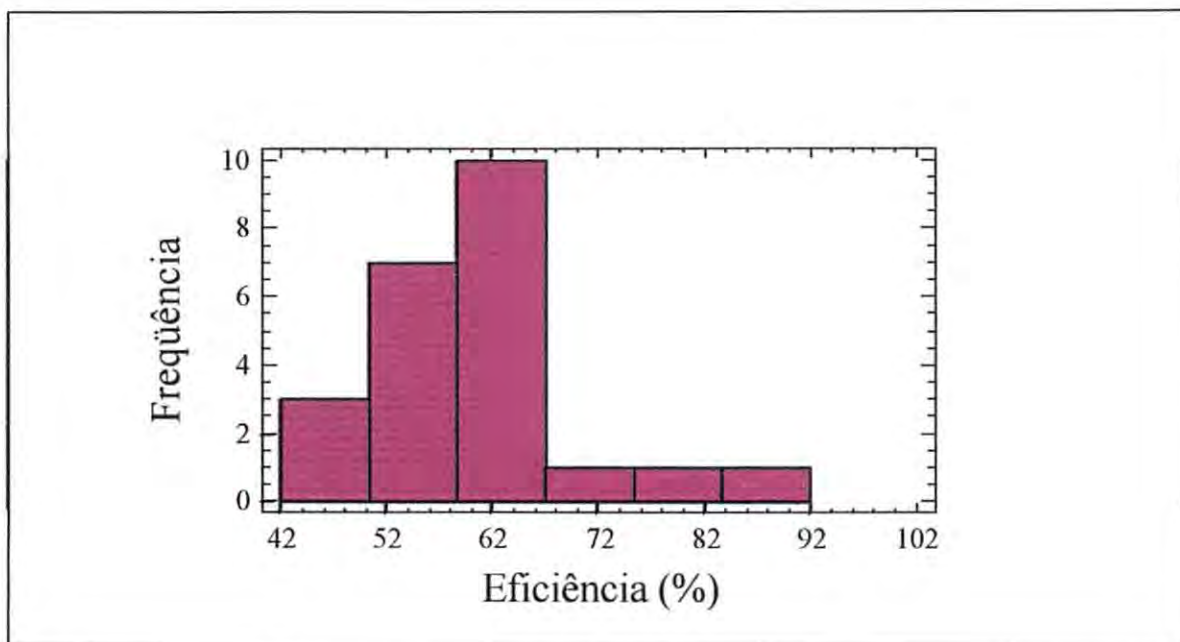


FIGURA 16 – Eficiência de um modelo de tela de coletor avaliada por meio da percentagem de bolotas de pólen retidas nas bandejas do coletor, adaptado no alvado das colméias de colônias de abelhas africanizadas, em janeiro de 1999, em Mandirituba, Paraná.

As variações na eficiência da tela, em parte, podem ser justificadas pelas diferenças de peso (tamanho) entre as bolotas de pólen, que foi forrageado em espécies de famílias vegetais diferentes (BARRETO *et al.*, 2002).

O experimento para avaliar a eficiência da coleta de pólen realizou-se em janeiro de 1999, quando as espécies que disponibilizavam néctar e pólen eram, principalmente: a aroeira, *Schinus terebinthifolius* Raddi, (Anacardiaceae); as vassouras, *Baccharis miriocephala*, *Baccharis cylindrica*, *Baccharis* spp., assa-peixe, *Vernonia* sp. (Asteraceae); *Escallonia montevidensis* Cham. (Saxifragaceae) e o jerivá, *Syagrus romnzoiffiana* (Cham.) Glassman), (Palmaceae). Acredita-se que o jerivá foi a principal fonte polinífera para as colônias de abelhas africanizadas durante a coleta de dados.

Na mesma região, mas no final do inverno e início da primavera, AKATSU & PEGORARO (2001) encontraram distribuição normal para a variável aleatória eficiência da tela de coletor de pólen, porém, a eficiência média foi de $35,8 \% \pm 8,3\%$ (variação entre 22% e 52%). Esta diferença, provavelmente, decorre da diferença do diâmetro (tamanho) das bolotas de pólen das espécies que florescem no final do verão com relação às bolotas de pólen coletadas da bracatinga e de espécies que florescem no início da primavera, concordando com BARRETO *et al.* (2002), pois segundo LEVIN & LOPER (1984), a eficiência na retirada das bolotas de pólen variou de 30% a 60%, sem variação no tamanho dos orifícios das telas dos coletores de pólen.

Diferentes diâmetros de orifícios em telas de coletores de pólen influenciam a eficiência das mesmas, como observaram SILVA & MESSAGE (1998), pois telas com orifícios de 4,8 mm, 4,6mm 4,4 mm e 4,3 mm apresentaram eficiência média, respectivamente, de 18%, 48%, 34% e 37%. Portanto, para aquelas abelhas africanizadas e para as espécies vegetais que disponibilizaram pólen no daquele momento (experimento), o diâmetro de tela mais eficiente foi de 4,6 mm.

4.7 Avaliação da capacidade de colônias de abelhas africanizadas de coletar pólen

4.7.1 Capacidade em colônias no início de agosto início da florada de bracatinga

A Gaussianidade dos dados da produção de pólen foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, que apresentou valor- p de $p = 0,0185$, demonstrando que os dados não são Gaussianos. Por isso, descartou-se a Análise de Variância Clássica e optou-se pelo teste não-paramétrico de Friedman, para analisar se existe diferenças estatística entre as colônias, blocados pelas coletas de pólen em dias alternados, através do valor- p de $p = 0,00304$ demonstrou-se que as colônias apresentam diferenças significativas entre si em valores médios (Tabela 13).

Na população estudada, separou-se três grupos homogêneos de colônias (superior, inferior e intermediário) quanto à capacidade de coletar pólen que foram assim descritos: grupo homogêneo superior, representando 20% das colônias; grupo homogêneo inferior composto por seis colônias representando 60% das colônias e outro grupo intermediário com duas colônias, representando 20% da população (Tabela 13). O modelo observado é similar ao observado por PEGORARO *et al.* (1999), quanto a capacidade das colônias armazenar pólen.

TABELA 13 - *Rank* médio do teste de Friedman para avaliar a capacidade de 10 colônias de abelhas africanizadas para coletar pólen, na florada, de *Mimosa scabrella*, durante o inverno de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Ordem de classificação	Colônia	Rank	Grupos
1°	10	10,000	Superior $p= 0,083$
2°	4	9,000	Superior $p= 0,083$
3°	1	7,833	Intermediário
4°	3	6,666	Intermediário
5°	5	6,166	Inferior $p =0,0554$
6°	8	4,333	Inferior $p =0,0554$
7°	6	3,833	Inferior $p =0,0554$
8°	9	3,166	Inferior $p =0,0554$
9°	7	2,166	Inferior $p =0,0554$
10°	2	1,833	Inferior $p =0,0554$

No início de agosto de 1998, na florada de bracatinga (*M. scabrella*), dez colônias de abelhas africanizadas pertencentes aos grupos homogêneos: quanto à capacidade de armazenar mel e com os menores graus de infestação com *V. destructor* foram submetidas ao tratamento com coletor de pólen, para verificar se elas possuem diferentes capacidades de coletar pólen (PEGORARO *et al.*, 1999 e PEGORARO *et al.*, 2000).

As abelhas africanizadas apresentaram a produção média diária de pólen de 35,2 mL \pm 34,19 mL com variação mínima e máxima, respectivamente, de 3 mL e 115 mL e coeficiente de variação de 146,19%. Estes dados demonstram que existe variabilidade na produção de pólen entre as colônias de abelhas africanizadas, concordando com VENCOVSKI & KERR (1982) e PEGORARO *et al.* (1999).

Em clima tropical, no período de agosto a novembro, seis colônias de abelhas africanizadas foram analisadas por FUNARI *et al.* (1998), em relação à capacidade de coletar pólen. Esses autores obtiveram média de 97,7 \pm 40,5 g, confirmando que existe variabilidade entre as colônias de abelhas africanizadas para esta variável em diferentes estações do ano e regiões.

Segundo DANKA *et al.* (1987), as abelhas africanizadas forrageiam mais pólen quando comparadas com abelhas de origem européia.

Para FILMER (1932), as colônias de *A. m. ligustica* com o mesmo peso apresentaram variação de 13% a 75% no número de operárias que coletavam pólen. Isto sugere que existe diferença na capacidade de coletar pólen entre as colônias desta espécie. Em colônias com propensão genética para coletar pólen e com alta necessidade deste, em torno de 80% das operárias forrageiras transportam pólen para as colônias (FEWELL & WINTON, 1992).

MORINI *et al.* (1996) analisaram as operárias de abelhas africanizadas que transportavam pólen na entrada das colônias e concluíram que, principalmente, no período da manhã, existem diferenças significativas entre as colônias de abelhas africanizadas quanto a quantidade operárias forrageiras que transportam pólen.

4.7.2 Em colônias de abelhas africanizadas, final de agosto, no final da florada de bracatinga

No final de agosto de 1998, quinze colônias de abelhas africanizadas foram testadas quanto à capacidade de coletar pólen, pertencentes aos grupos homogêneos superiores para armazenar mel e com menor grau de infestação com *Varroa* (PEGORARO *et al.*, 1999 e PEGORARO *et al.*, 2000)

Os dados, de produção de pólen, analisados por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov apresentaram valor-p de $p = 0,00000252$, demonstrando que os dados não são Gaussianos. Por este motivo, descartou-se a Análise de Variância Clássica e aplicou-se o teste não-paramétrico de Friedman que mostrou diferenças significativas entre as colônias, quanto à capacidade de coletar pólen, observadas através do valor-p de $p = 0,000107$ (Tabelas 14 e 16), concordando com MORINI *et al.* (1996) e FUNARI *et al.* (1998).

Neste experimento, foi constatado um grupo de colônias homogêneo superior, composto por quatro colônias, representando 26,66% da população (Tabela 14). Outro grupo de colônias, composto por 11 colônias, 73,34% da população classificado como homogêneo inferior. A média para esta variável aleatória foi de $42,84 \pm 43,63$ mL e o coeficiente de variação de 101,84 %. Estes dados estão próximos dos obtidos por ALVES *et al.* (1997). Porém, quando comparados com o grupo anterior, a média foi mais alta, provavelmente, em função da maior disponibilidade de pólen na natureza (pico da florada da bracatinga) e condições ambientais que favoreceram a colheita de pólen, concordando com ALVES *et al.* (1997), NABORS (1997) e FUNARI *et al.* (1998).

TABELA 14 - *Rank* médio do teste de Friedman para avaliar a capacidade de 15 colônias de abelhas africanizadas para coletar pólen, no final da florada de *Mimosa scabrella*, durante o inverno de 1998, em Mandirituba, Paraná.

Ordem de classificação	Colônias	<i>Rank</i>	Grupos
1º	6	14,200	Superior p= 0,0771
2º	3	13,700	Superior p= 0,0771
3º	2	12,700	Superior p= 0,0771
4º	12	10,600	Superior p= 0,0771
5º	10	10,400	Inferior p= 0,0857
6º	9	8,700	Inferior p= 0,0857
7º	14	7,500	Inferior p= 0,0857
8º	4	6,100	Inferior p= 0,0857
9º	5	5,700	Inferior p= 0,0857
10º	8	5,600	Inferior p= 0,0857
11	15	4,800	Inferior p= 0,0857
12	11	5,400	Inferior p= 0,0857
13	2	5,400	Inferior p= 0,0857
14	7	4,600	Inferior p= 0,0857
15	1	4,600	Inferior p= 0,0857

4.7.3 Em colônias de abelhas africanizadas em janeiro e fevereiro

Em 23 colônias avaliou-se a capacidade das mesmas de coletar pólen, em janeiro e fevereiro de 1999, na composição florística capoeira e, principalmente, da espécie jerivá.

A homogeneidade de variância dos dados foi verificada através do teste de Cochran que apresentou valor-p de $p = 0,00001$. Este procedimento permitiu concluir que os dados não são Gaussianos, e por este motivo, optou-se pelo teste não-paramétrico de Friedman que acusou diferença estatisticamente significativa entre as colônias da população observada, através do valor-p de $p = 9,11 \times 10^{-7}$ (Tabelas 15 e 16).

TABELA 15 - *Rank* médio do teste de Friedman para avaliar a capacidade de 23 colônias de abelhas africanizadas para coletar pólen, em janeiro e fevereiro de 1999, em Mandirituba, Paraná.

Ordem de classificação	Colônia	<i>Rank</i>	Grupos
1º	17	22,500	Superior p =0,348
2º	14	22,250	Superior p =0,348
3º	21	20,870	Intermediário
4º	5	19,370	Intermediário
5º	3	16,000	Intermediário
6º	9	15,250	Intermediário
7º	8	14,750	Intermediário
8º	7	14,250	Intermediário
9º	13	13,375	Intermediário
10º	23	12,125	Intermediário
11º	11	12,000	Intermediário
12º	16	12,000	Intermediário
13	20	10,000	Intermediário
14º	22	10,000	Intermediário
15º	12	9,250	Intermediário
16º	01	8,750	Intermediário
17º	02	8,500	Intermediário
20º	18	4,750	Inferior p = 0,194
21º	19	4,000	Inferior p = 0,194
22º	10	3,125	Inferior p = 0,194
23º	15	1,125	Inferior p = 0,194

Com base nos resultados da Análise de Variância Clássica separou-se três grupos homogêneos na população. Um grupo foi classificado como grupo homogêneo superior, composto por duas colônias com 8,69% da população e outro grupo como homogêneo inferior, composto por quatro colônias 17,38 % da população (Tabelas 15 e 16).

Entre os dois grupos homogêneos observados existe outro grupo intermediário (Tabela 15), o qual deve permanecer no apiário para aumentar a diversidade genética (LAIDLAW & PAGE, 1984 e PEGORARO, 1997). Este fato indica que há possibilidade de selecionar colônias com capacidade de coletar este produto, como preconizaram VENCOVSKI & KERR (1982) e FEWELL & PAGE (2000).

Tabela 16 - Valores p do Teste de Friedman para a capacidade de três grupos de colônias de abelhas africanizadas de coletar pólen, durante o inverno de 1998 e outono de 1999, em Mandirituba, Paraná.

Colônias	Teste de Friedman valor p	Homogeneidade do grupo superior	Homogeneidade do grupo inferior
Grupo de 10	0,00304	0,083	0,554
Grupo de 15	0,000107	0,0771	0,0857
Grupo de 23	$9,11 \times 10^{-7}$	0,348	0,194

Quanto à capacidade de armazenar pólen, PEGORARO *et al.* (1999) observaram os mesmos três grupos distintos na população de abelhas africanizadas, sugerindo que existe diversidade genética dentro da população de abelhas africanizadas em estudo.

As operárias forrageiras coletoras de pólen de uma mesma colônia de *A. mellifera* apresentaram diferenças significativas entre si, quanto à capacidade de coletar pólen, conforme observaram FEWELL & PAGE (1993), concordando com BREED *et al.* (1994). Para estes autores, provavelmente isto é consequência da poliandria.

Segundo HELLMICH *et al.* (1985), a atividade de coletar pólen apresenta alta herdabilidade. Para FEWELL & WINSTON (1992), a proporção da população de operárias forrageiras que transportam pólen pode ser influenciada por variação genotípica. Então, se existir maior frequência de zangões com esta característica, a próxima geração de rainhas poderá apresentar maior descendência de operárias com eficiência para coletar pólen.

O efeito de seleção sobre o estoque de pólen e mel em *A. mellifera*, é fortemente expressado após três gerações. A atividade de estocar mel é uma expressão genotípica recessiva e quanto menor for o número de *loci*, maior será o efeito sobre a capacidade de coletar este produto (MACKENSEN & NEY, 1969 e FEWELL & PAGE, 2000).

Em decorrência dos motivos expostos anteriormente, recomenda-se reproduzir zangões e rainhas das colônias que pertencem ao grupo homogêneo superior, quanto à capacidade de coletar pólen, e estas colônias devem possuir capacidade para armazenar mel e baixo grau de infestação com *V. destructor* (PEGORARO *et al.*, 1999 e PEGORARO *et al.*, 2000). Nas colônias que pertencem ao grupo homogêneo inferior as rainhas devem ser

substituídas, conforme sugerem VENCOVSKI & KERR (1982) e observaram PEGORARO *et al.* (1999) e PEGORARO *et al.* (2000) porque existem diferenças significativas entre as colônias na população de abelhas africanizadas, em Mandirituba, Paraná, quanto à capacidade de armazenar mel e pólen e grau de infestação com *V. destructor*.

4.8 EFEITO DO COLETOR DE PÓLEN NA PRODUÇÃO DE CRIA, MEL E PÓLEN.

4.8.1 Produção de ovos/larvas

A variável aleatória diferença na quantidade de ovos/larvas, 21 dias após o uso de coletores de pólen (Figura 16), segue distribuição normal observada através do valor-p de $p = 0,775$ com o teste de Kolmogorov-Smirnov. No início do tratamento, a média de ovos/larvas era de $4.034,40 \pm 1.943,36 \text{ cm}^2$ e após este tratamento, a média destas formas diminuiu para $3.421,28 \pm 1.477,44 \text{ cm}^2$. Portanto, o teste “t” de Student apresentou valor-p de $p = 0,0087$, demonstrando diferença significativa na quantidade de ovos/larvas, em 23 colônias de abelhas africanizadas após 21 dias de coleta de pólen (Tabela 16).

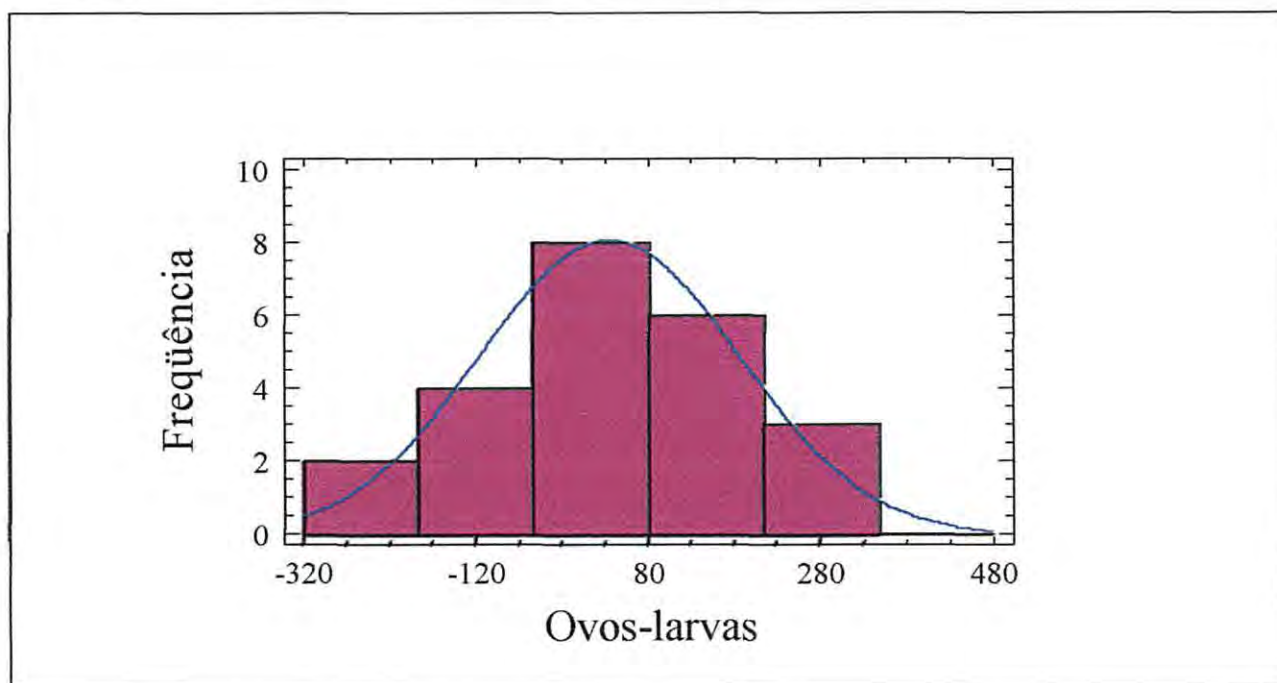


FIGURA 16 – Histograma da diferença na quantidade de ovos/larvas produzidas em cm^2 , após 21 dias da coleta de pólen com coletor de pólen, em colônias de abelhas africanizadas, durante o outono de 1999, em Mandirituba, Paraná.

Segundo WEBSTER *et al.* (1985), o efeito do coletor de pólen é avaliado pelo aumento das operárias forrageiras que coletam pólen, indicando que este provoca escassez de pólen nas colônias. ECKERT *et al.* (1994) e FEWELL & WINSTON (1995) não

observaram diferenças estatísticas significativas na quantidade dessas formas jovens em colônias de *A. mellifera*, com este tratamento, após quatorze e dezesseis dias. Mas diferenças entre as colônias, na quantidade de ovos, larvas e pupas produzidas, foram observadas durante a coleta de pólen (ALLEN & JEFFREE, 1956; NABORS, 1997).

TABELA 17– Valores-p para o teste “t” de Student para as quantidades médias de ovos/larvas, pupas produzidas e quantidades médias de mel e pólen armazenados, em 23 colônias de abelhas africanizadas, submetidas à coleta de pólen com coletor.

Variável	p1	p2	p3
Ovo/larva	0,341	0,951	0,0087
Pupas	0,867	0,834	0,00077
Mel	0,163	0,349	$2,579 \times 10^{-9}$
Pólen	0,317	0,327	0,0189

p1, p2 representam, respectivamente, valor-p para o teste de Kolmogorov-Smirnov anterior e posterior ao tratamento coletor de pólen. p3 teste “t” Student para a diferença antes e após a coleta de pólen.

Durante os picos de floradas, existem as maiores quantidades de crias e a demanda por pólen aumenta proporcionalmente. Como consequência, a proporção de operárias forrageiras coletoras de pólen aumenta, concordando com FILMER (1932), AL-TIKRITY (1971), FREE (1967) e ECKERT *et al.* (1994). A atividade de forragear pólen em colônias de *A. mellifera* está condicionada à quantidade de ovos e larvas (FREE, 1967), a quantidade de pólen armazenado e a postura da rainha estão correlacionadas com a quantidade de pólen que está sendo coletado (CALE, 1968). Portanto, quando as colônias são alimentadas com pólen, a produção de cria e, conseqüentemente, a população aumenta (WEBSTER *et al.*, 1985).

Esses fatos sugerem que a alimentação artificial energética e protéica poderá reduzir o efeito da retirada de pólen das colônias cujo estoque foi diminuído pela ação do coletor de pólen (FATHY, 1996).

Quando a umidade relativa do ar aumenta, o sistema pode tornar-se mais desequilibrado, reduzindo a concentração de açúcares no néctar que se dilui e exigindo maior esforço das operárias para transformar o néctar em mel (Figuras 20, 24 e 25). Ao

maior esforço das operárias para transformar o néctar em mel (Figuras 21, 25 e 26). Ao mesmo tempo, torna-se mais fácil para as operárias forrageiras coletarem pólen, pois ele não se dilui com o aumento da umidade relativa do ar.

4.8.2 Produção de pupas

A variável aleatória diferença na quantidade de pupas produzidas em 23 colônias de abelhas africanizadas durante a produção de pólen e após 21 dias, segue distribuição normal (Figura 18), observada através do valor p de $p = 0,576$ com o teste de Kolmogorov-Smirnov. Sendo assim, foi possível aplicar o teste “ t ” de Student, que apresentou valor- p de $p = 0,00077$, demonstrando que o tratamento da coleta de pólen reduziu significativamente a quantidade de pupas (Tabela 18).

No início do experimento, esta quantidade era de $\mu = 6.352,84 \pm 3.248 \text{ cm}^2$, e no final, $\mu = 5.899,04 \pm 2.978,24 \text{ cm}^2$, concordando com os dados de FEWELL & WINSTON (1995), que também encontraram diferenças significativas entre a quantidade média de pupas, anterior e posterior ao tratamento com o coletor de pólen, no intervalo de 16 dias, em colônias de *A. mellifera*. Em colônias sem coletor de pólen, as mudanças nesta variável não foram significativas.

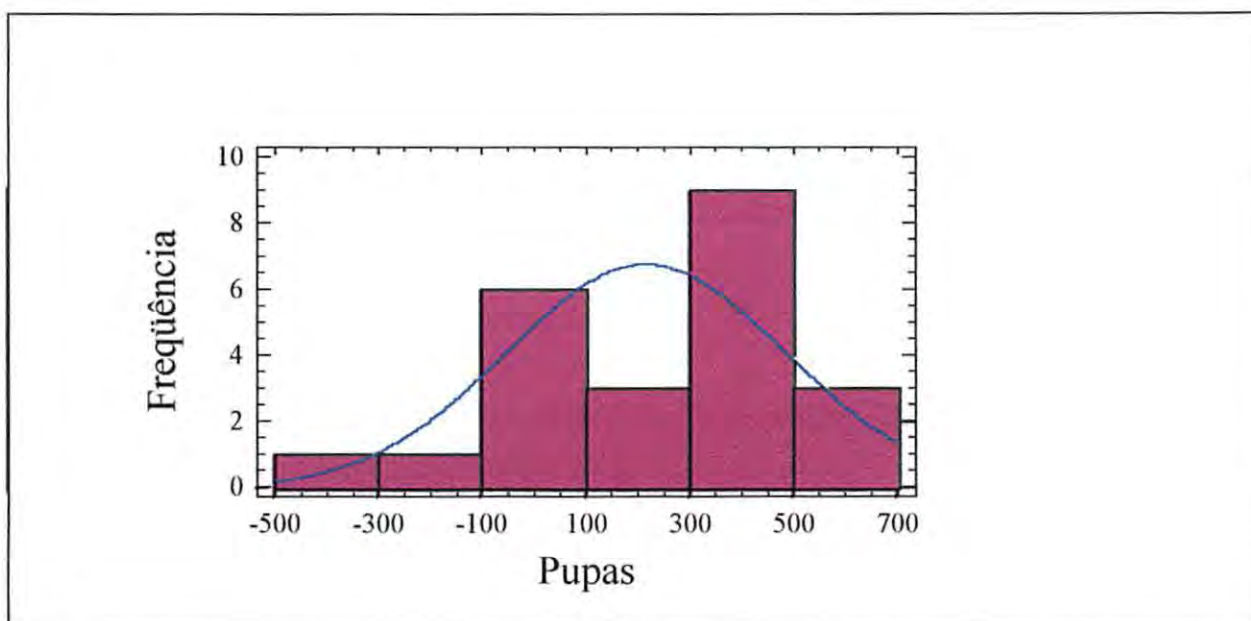


FIGURA 17 – Histograma da diferença na quantidade de pupas produzidas em cm², após 21 dias da coleta de pólen com coletor de pólen, em colônias de abelhas africanizadas, durante o outono de 1999, em Mandirituba, Paraná.

4.8.3 Quantidade de mel armazenado

A diferença na quantidade de mel armazenado, após 21 dias em que as colônias de abelhas africanizadas foram submetidas ao tratamento com coletor de pólen, segue distribuição normal, observada através do valor-p de $p = 0,350$ do teste de Kolmogorov-Smirnov. Desta forma, foi possível aplicar o teste “t” de Student que demonstrou, através do valor-p de $p = 2,579 \times 10^{-9}$, que o tratamento com coletor de pólen reduziu significativamente a quantidade de mel armazenado.

A variável aleatória quantidade de mel estocado, em colônias de abelhas africanizadas, anterior e posterior ao tratamento com coletor de pólen (após 21 dias), no verão de 1999, apresentou média, respectivamente, de $16.272 \pm 8.200,64 \text{ cm}^2$ e $2.564,32 \pm 2.224,48 \text{ cm}^2$ (Figura 18).

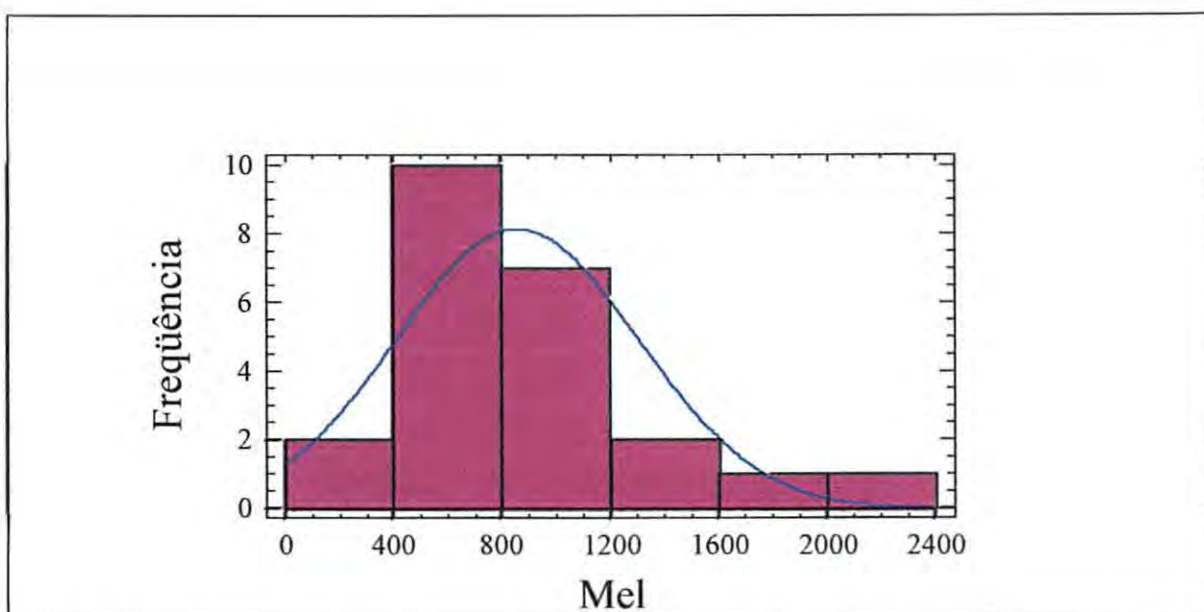


FIGURA 18 – Histograma da diferença na quantidade de mel armazenado em cm², após 21 dias da coleta de pólen com coletor de pólen, em colônias de abelhas africanizadas, em janeiro e fevereiro de 1999, Mandirituba, Paraná.

Estes dados estão em concordância com os obtidos por FUNARI *et al.* (1998), que utilizaram coletor de pólen uma vez por semana e, no final do período, observaram redução na colheita de mel em 28%, em clima tropical, durante a florada de primavera, no período de agosto a dezembro.

4.8.4 Quantidade de pólen armazenado

A variável aleatória diferença na quantidade de pólen armazenado, durante o intervalo de tempo em que as colônias de abelhas africanizadas estiveram submetidas ao tratamento com coletor de pólen, durante 21 dias, segue distribuição normal (Figura 19), observada através do valor-p de $p = 0,510$ do teste de Kolmogorov-Smirnov. Portanto, foi possível aplicar o teste “t” de Student, que apresentou valor-p de $p = 0,0189$, demonstrando que o tratamento coleta de pólen reduziu significativamente a quantidade de pólen armazenado nas colônias no período estudado (Figura 19 e Tabela 17).

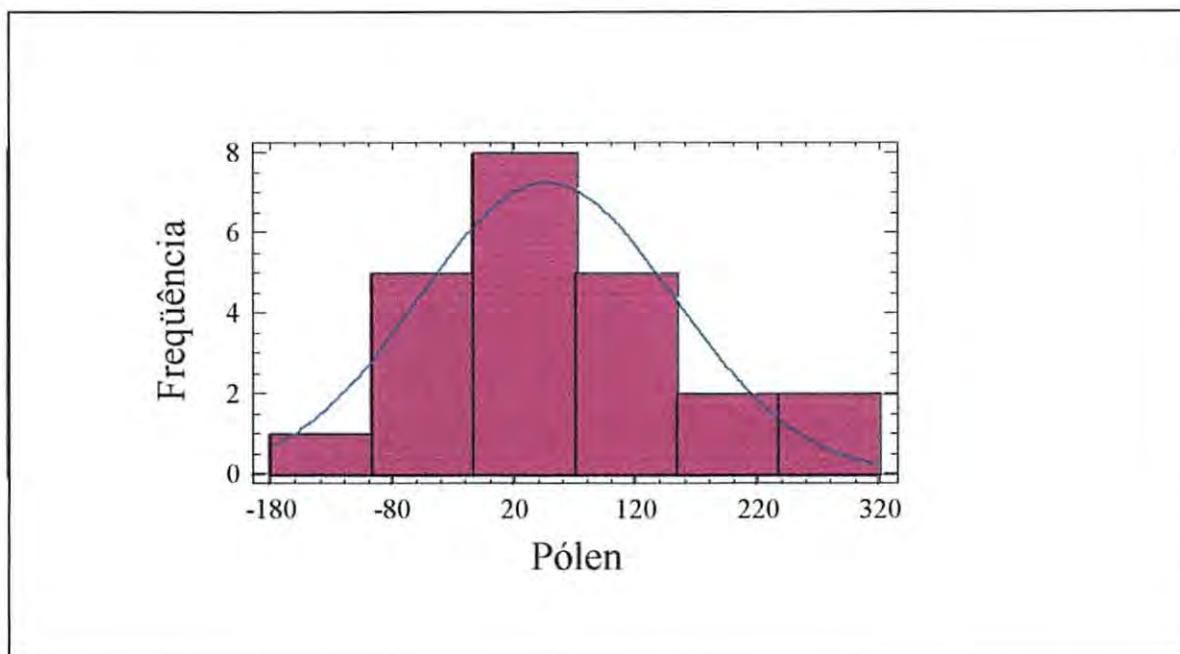


FIGURA 19 – Histograma da diferença na quantidade de pólen armazenado em cm^2 , após 21 dias da coleta de pólen com coletor de pólen, em colônias de abelhas africanizadas, em janeiro e fevereiro de 1999, Mandirituba, Paraná.

Para BUCHMAN *et al.* (1991), os mecanismos para armazenar mel e pólen são diferentes em *A. m. ligustica*. Provavelmente, a administração de alimentação artificial energética ou mel com baixo valor comercial (bracatinga) para as colônias que estão coletando pólen poderá aumentar a produção de pólen.

A diferença na quantidade de pólen estocado, após 21 dias, nas colônias, foi em média $1.940 \pm 2.160 \text{ cm}^2$, pois o mesmo ficou retido no coletor, que seria destinado à alimentação das larvas e armazenamento de pólen, considerando-se que colônias em desenvolvimento consomem mais pólen. Ou seja, faltará pólen para alimentar as larvas. Como consequência, reduziu-se a quantidade de ovos/larvas, pupas, mel e pólen (Figuras 16, 17, 18 e 19). Na tentativa de compensar esta redução, as operárias coletam mais pólen, aumentando a quantidade de pólen no coletor, mas com desgaste das colônias.

Os dados obtidos neste trabalho confirmam a observação de RÉGARD (1994), de que a coleta do pólen deve ser realizada em períodos de boa oferta deste recurso, e não pode estender-se por muito tempo, para que não ocorra falta de proteína para as colônias e

degradação das mesmas. No entanto, este efeito pode ser reduzido com a administração de alimentação energética e protéica, cuja quantidade deverá ser estudada.

Durante os picos de floradas, existem as maiores quantidades de crias e a demanda por pólen aumenta proporcionalmente. Como consequência, a proporção de operárias forrageiras coletoras de pólen também aumenta. Portanto, a administração de alimentação energética poderá reequilibrar o sistema, de modo que as operárias colem pólen ao invés de néctar e as colônias sofram menos degradação, mesmo que haja alguma perda no estoque de mel.

4.9 Disponibilidade de néctar e pólen em *Rhamnus sphaerosperma* (fruto-de-pombo)

Para testar a hipótese de igualdade de médias nos níveis da concentração de açúcares no néctar de *R. sphaerosperma*, entre as horas do dia, três premissas foram testadas: a de Gaussianidade dos dados através do teste de Kolmogorov-Smirnov que apresentou valor-p de $p = 0,0717$; a homogeneidade da variância que foi checada pelo teste de Cochran que apresentou valor-p de $p = 0,1264$ e a independência dos resíduos verificada graficamente. Portanto, a natureza dos dados permite utilizar a Análise de Variância Clássica.

Com ela testou-se a hipótese nula de igualdade de médias, e a mesma foi rejeitada. Então, existe diferença significativa entre as horas do dia quanto à concentração média de açúcar no néctar de *R. sphaerosperma* (Tabela 18 e Figura 21), justificada pelo valor-p de $p = 0,0000$. Quando se examinou os dias, a ANOVA não acusou diferenças significativas entre eles, observado através do valor-p de $p = 0,276$ (Tabela 19 e Figura 22).

TABELA 18 - Comparação entre as horas do dia, através da Análise de Variância Clássica na variável aleatória concentração média de açúcares no néctar em *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998 e nos dias 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15, 16 de novembro de 1999, das 07h às 18h.

Fonte de variação	Soma de quadrados	G.L	Quadrado médio	p
Entre grupos	874,154	11	79.468	0,000*
Dentro dos grupos	678,018	96	7.062	
Total	1.552,171	107		

*Denota diferenças estatisticamente significativas a 5% de probabilidade

A concentração média de açúcares no néctar foi de $23,038 \pm 16,53\%$ e as variações mínima e máxima foram, respectivamente, 11,50% e 30%. A variação mínima em relação à máxima foi de 260,87%. Sendo que as maiores concentrações de açúcares no néctar ocorreram às 17h (Figura 21). Estes dados estão próximos aos observados por NYÉKI *et al.* (2000) que, indicam que a concentração de açúcares no néctar de dez variedades de pessegueiro, *Prunus persica* L. (Rosaceae) variou, ao longo dia, de 13,5 a 24,0%. Concordam também com os dados obtidos por FUNARI *et al.* (1996), que registraram

variação na concentração de açúcares no néctar, coletado na entrada das colméias em vegetação de clima tropical, no decorrer do dia variou de 16,17% a 26,49%.

Em *M. scabrella*, a concentração de açúcares sólidos solúveis no néctar apresentou média de 24,06%, mínima de 16,10% e máxima de 43,23 % (PEGORARO & CARPANEZZI, 1995).

A bracatinga-de-Campo-Mourão (Mimosaceae), apresentou dados semelhantes (PEGORARO & CARPANEZZI, 1992).

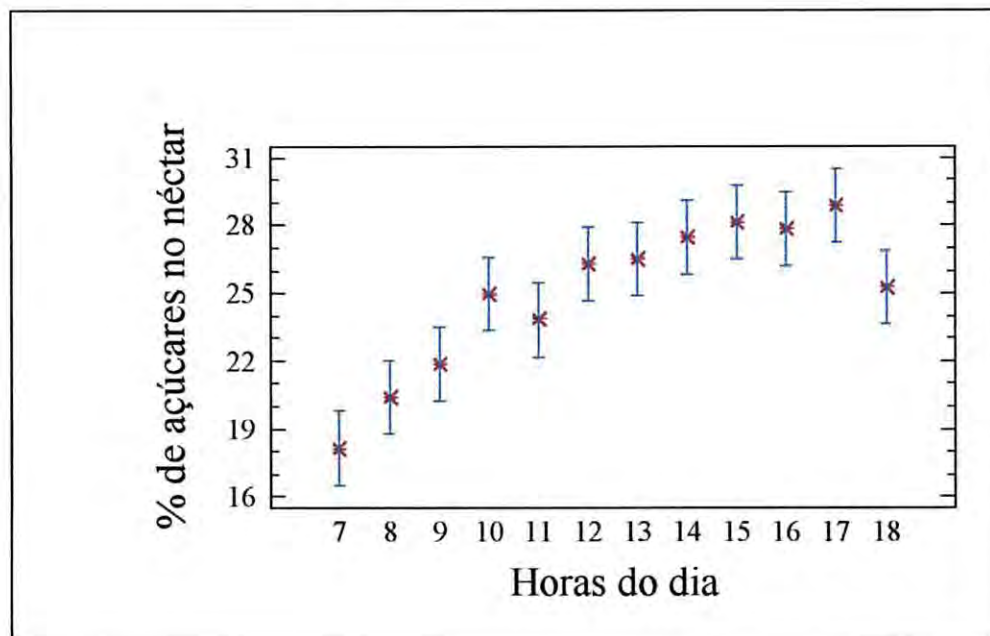


FIGURA 21 - Média entre as horas do dia para a variável aleatória concentração média de açúcar no néctar de *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15 e 16 de novembro de 1999, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná.

TABELA 19 - Comparação entre os dias através da Análise de Variância Clássica, na variável aleatória concentração de açúcares no néctar em *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15, 16 de novembro de 1999, das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná.

Fonte de variação	Soma de quadrados	G.L	Quadrado médio	p
Entre grupos	132,381	7	14,709	0,276*
Dentro dos grupos	1.419,790	98	14,487	
Total	1552,171	107		

*Não denota diferenças estatisticamente significativas a nível de 5% de probabilidade

Na natureza, as espécies nativas e cultivadas podem fornecer mais néctar, ou mais pólen, conforme os períodos do dia (FREE, 1975). Porém, a quantidade de pólen que as operárias forrageiras coletam pode estar sendo influenciada pela necessidade das colônias por este recurso alimentar como observaram FREE (1969) e BEAUCHAMP (1992) ou pela característica de cada espécie.

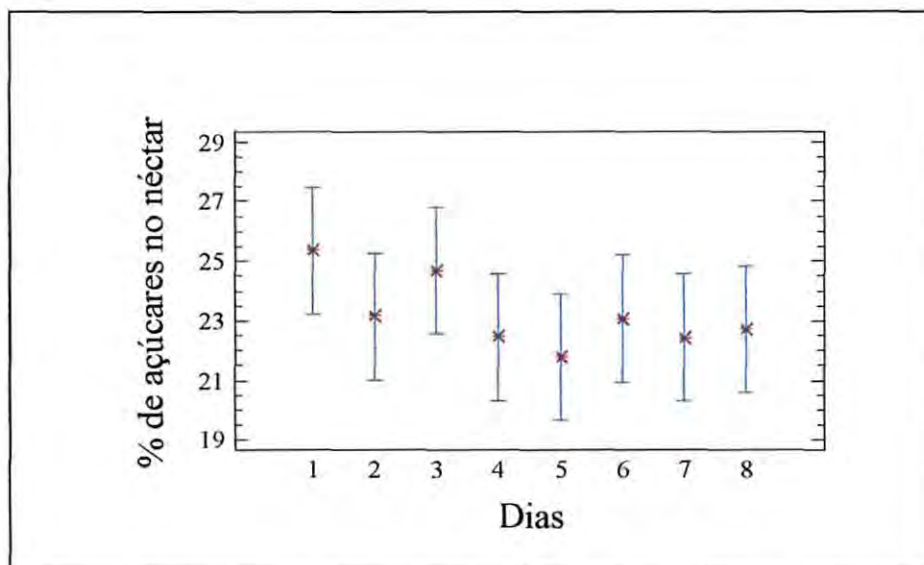


FIGURA 22 – Concentração de açúcares no néctar de *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15, 16 de novembro de 1999, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná.

A figura 22 demonstra que não houve diferenças significativas nas médias diárias na concentração de açúcares do néctar de *R. sphaerosperma* entre os dias (Tabela 19).

Acredita-se que, nas áreas onde a vegetação nativa supre a necessidade de alimento (néctar e pólen), os recursos alimentares são iguais ou superiores à quantidade dos mesmos nas áreas cultivadas que atraem *A. mellifera* (FARRAR, 1973).

Em *R. sphaerosperma*, o maior percentual de operárias forrageiras buscava néctar, e a disponibilidade de recursos alimentares ocorreu das 07h às 18h. Estes dados estão próximos aos observados por FUNARI *et al.* (1996). FARKAS & KOVÁCS (2000) observaram que *A. mellifera* visita as flores de pereira (Rosaceae) das 09 h às 17:30h.

Das 07 às 09h a concentração média de açúcares no néctar foi a mais baixa do dia, mas, acredita-se que o volume de néctar era o mais alto do dia e a frequência das operárias forrageiras era baixa. Isto se deve às condições climáticas, principalmente, à umidade relativa do ar acima da média e à temperatura e luminosidade abaixo da média (Figuras 25, 26 e 27), fatores estes que determinam as menores concentrações médias de açúcares no néctar (Figura 21). Das 16h às 18h, a concentração de açúcares no néctar era alta, mas a frequência de operárias forrageiras era baixa, provavelmente porque o ritmo biológico da espécie em estudo estava finalizando o ciclo de produção de néctar e pólen. Neste período, a recompensa era menor que das 10 às 15h, quando o néctar apresentava concentração de açúcares similar e volume intermediário em relação ao período das 07 às 09h, e a frequência de operárias forrageiras a mais alta do dia. Isto sugere que quando o volume de néctar for baixo, mesmo que a concentração de açúcares no néctar seja alta, a frequência de operárias forrageiras será baixa (Figuras 21 e 23).

Já a percentagem média e o desvio padrão do número de operárias forrageiras que transportavam néctar, em *R. sphaerosperma*, ao longo do dia foram de $36,62 \pm 14,7\%$ (Figura 23), não apresentando diferença significativa entre as horas do dia para esta variável, observada através do valor p de $p = 0,650$. Estes dados estão próximos aos de THON *et al.* (2000), os quais observaram o comportamento de forragear néctar no alvado de núcleos de *A. m. carnica*, com aproximadamente 4000 operárias, das 05 às 19h, com média e desvio padrão de operárias que forrageavam este recurso de $34 \pm 18\%$. Na Figura 23 nota-se claramente que a percentagem de operárias forrageiras transportando néctar diminui a partir das 16h do dia.

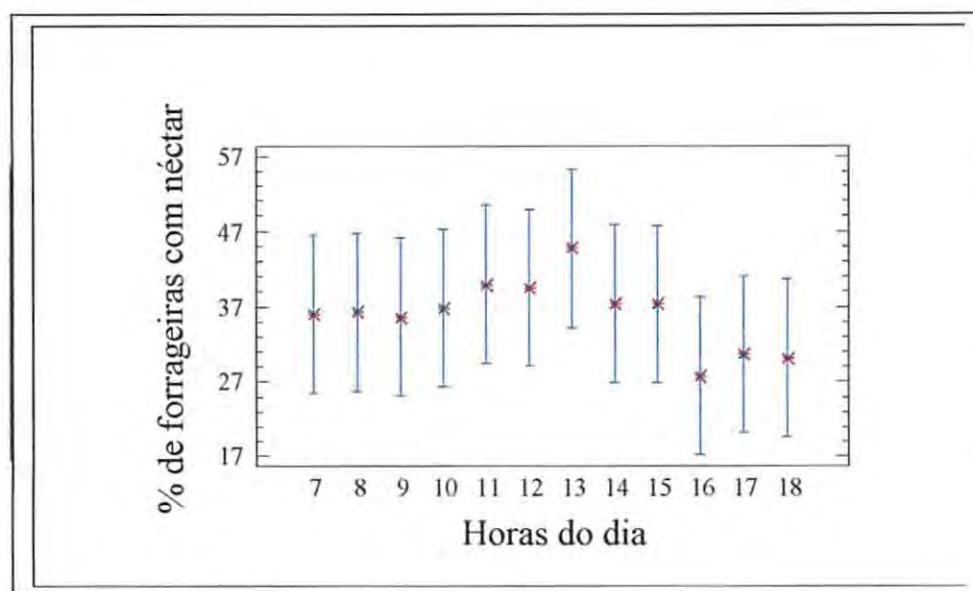


FIGURA 23 - Percentagem média de operárias de abelhas africanizadas que transportavam néctar em *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15 e 16 de novembro de 1999, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná.

SZABO (1982) observou que na produção de mel de canola no dia 20 de julho e três de agosto de 1978, os ganhos médios de peso em colônias de *A. mellifera* foram, respectivamente, 5,1 e 0,11 Kg, confirmando que as condições ambientais são mais importantes que a espécie cultivada para disponibilizar néctar e pólen para as operárias forrageiras.

De acordo com BOSCH *et al.* (1996), quando as condições climáticas são adversas, as colônias reduzem a produção de mel. Isto ocorre também em clima tropical, conforme observaram FUNARI *et al.* (1997), onde 92% das operárias forrageiras transportaram volume de néctar, às 07h, superior a 20 μ L e a concentração média de açúcares no néctar era a mais baixa do dia (16,71%). Isto sugere que, quando a concentração de açúcares no néctar for baixa, as operárias forrageiras transportam um volume maior para compensar a baixa concentração destes no néctar, mas com menor frequência de operárias forrageiras sobre as flores. Estes dados aproximam-se aos de FARKAS & KOVÁCS (2000), os quais observaram maior volume de néctar em *P. communis* das 08 às 10h com a menor concentração de açúcares no néctar do dia concordando com a Figura 21.

NYÉKI *et al.* (2000) observaram que em pessegueiro a maior frequência de operárias forrageira ocorreu entre as 11 h e 13h, sendo que a percentagem de operárias forrageiras que coletaram néctar variou de 73,7 a 100, pólen de 0 a 20% e ambos de 0 a 24,4%.

A figura 24 demonstra a tendência das operárias de abelhas africanizadas forragear recursos alimentares em *R. sphaerosperma*.

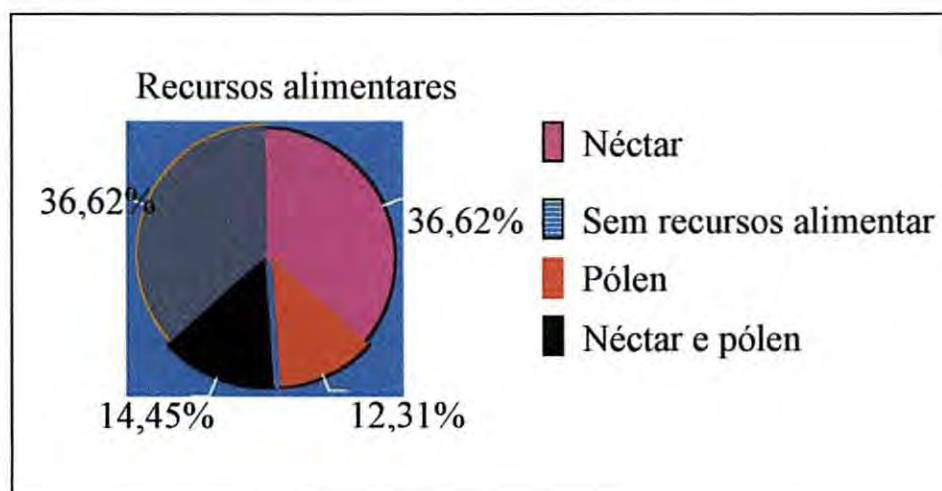


FIGURA 24 - Percentagem média de operárias de abelhas africanizadas que transportavam néctar, pólen, ambos e nada em *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15 e 16 de novembro de 1999, no intervalo das 07 às 18h, em Mandirituba, Paraná.

A Tabela 20 indica que a correlação da concentração de açúcares no néctar foi positiva, moderada e significativa com a temperatura, e apresentou correlação negativa, fraca e significativa com a umidade relativa do ar, concordando com SHUEL (1952) que a secreção de néctar e a atividade das operárias de *A. mellifera* dependem principalmente do fator ambiental temperatura.

TABELA 20 - Matriz de correlação para as variáveis percentagem de açúcar no néctar, umidade relativa do ar, temperatura do ar e luminosidade, em *Rhamnus sphaerosperma*, nos períodos de 03 a 05 de novembro de 1998 e 10, 15, 16, 20 e 21 de novembro de 1999, em Mandirituba, Paraná.

	S. S. T*	TEMPERATURA	UMIDADE RELATIVA DO AR
Temperatura	0,6641** (96)*** 0,0000****		
Umidade relativa do ar	-0,4964** (96) *** 0,0000****	-0,4137** (96) 0,0000 ****	
Luminosidade	0,0743** (96)*** 0,4718 ****	0,3508 ** (60) *** 0,0005****	0,3419** (96)*** 0,0007****

* S.S.T. Sólidos solúveis totais, graus Brix°

** Valor r da correlação

*** Tamanho da amostra

**** Vapor p

Esses dados concordam com PEGORARO & CARPANEZZI (1992) e NICOLSON (1998), os quais observaram que a baixa concentração de açúcares no néctar exige mais trabalho para as operárias transformar o néctar em mel.

A percentagem média de pólen em *R. sphaerosperma* foi de 12,31%, conforme observa-se na Figura 24. Para ALLEN & JEFREE (1956) e AL-TIKRITY *et al.* (1971), a quantidade de pólen transportado para a colônia por operárias forrageiras determina a quantidade de crias na mesma. No entanto, a espécie em estudo disponibilizou, principalmente, néctar para as operárias forrageiras (Figura 24). Esta pode ser uma estratégia da espécie para atrair os agentes polinizadores, no caso, as abelhas africanizadas, com menor custo energético, garantindo a frutificação abundante, e assim perpetuar-se.

Na Floresta com Araucária, no sul do Brasil, o principal pico de oferta de alimento ocorre na primavera, quando as principais espécies vegetais florescem; favorecendo o desenvolvimento das colônias de abelhas africanizadas que acumulam reservas de mel e pólen, desenvolvem suas crias e enxameiam (SOMMER, 1972 e PEGORARO *et al.*, 1999).

No período das 10 às 16h, a temperatura estava acima da média do dia (Figura 25), a concentração de açúcares no néctar apresentou correlação positiva, moderada e significativa com o aumento da temperatura (Tabela 20), concordando com SZABO (1980 e 1984) e BENEDEK *et al.* (2000).

A Figura 25 demonstra a tendência do fator ambiental temperatura durante o dia, com média de $19,40 \pm 3,599^{\circ}\text{C}$, que é considerado como o fator ambiental mais relevante para a atividade de vôo e ganho de peso em colônias de *A. m. ligustica* por SZABO (1980) e em *A. mellifera* por BENEDEK *et al.* (2000).

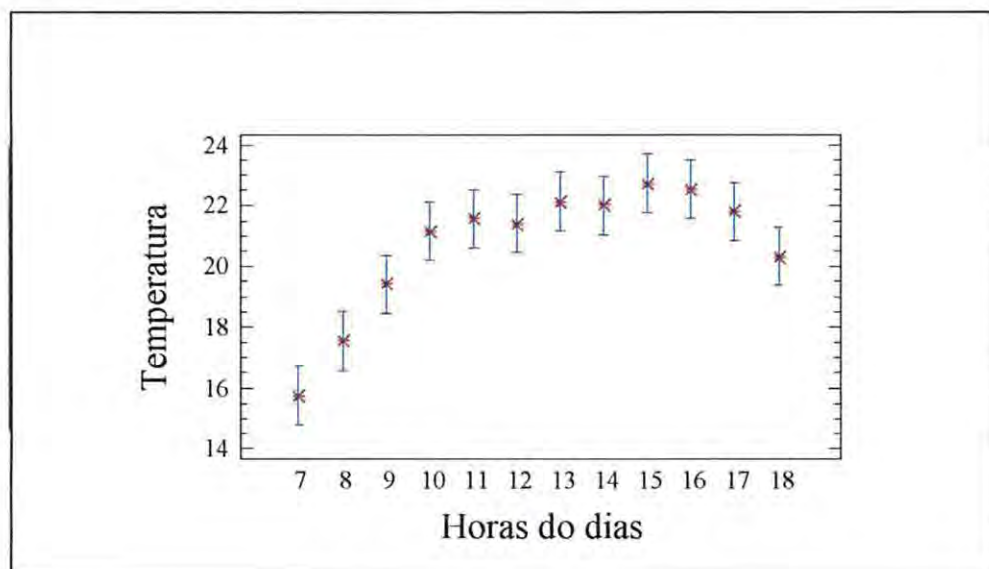


FIGURA 25 - Temperatura média nas horas do dia, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15 e 16 de novembro de 1999, para a avaliação da concentração de açúcares no néctar de *Rhamnus sphaerosperma*, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná.

A variável aleatória umidade relativa do ar (Figura 26) apresentou média diária de $72,10 \pm 9,06\%$; sendo que as variações mínima e máxima foram, respectivamente, 62,7% e 83,5%.

A umidade relativa do ar e a temperatura foram os fatores ambientais que mais influenciaram a concentração de açúcares no néctar de *R. sphaerosperma* (Figura 21, 25, 26 e Tabela 18), concordando com o modelo observado por PARK (1929), SZABO (1980), MARCEAU *et al.* (1990) e NICOLSON (1994). De acordo PEGORARO & CARPANEZZI (1995), às 08h 30min, a produção de mel de bracatinga foi máxima com

relação à temperatura (27C°) e umidade relativa do ar (55%); a concentração de açúcares no néctar (39,33%) e o volume de néctar de 3,32 mL por inflorescência.

A figura 26 demonstra a tendência do fator ambiental umidade relativa do ar com relação às horas do dia.

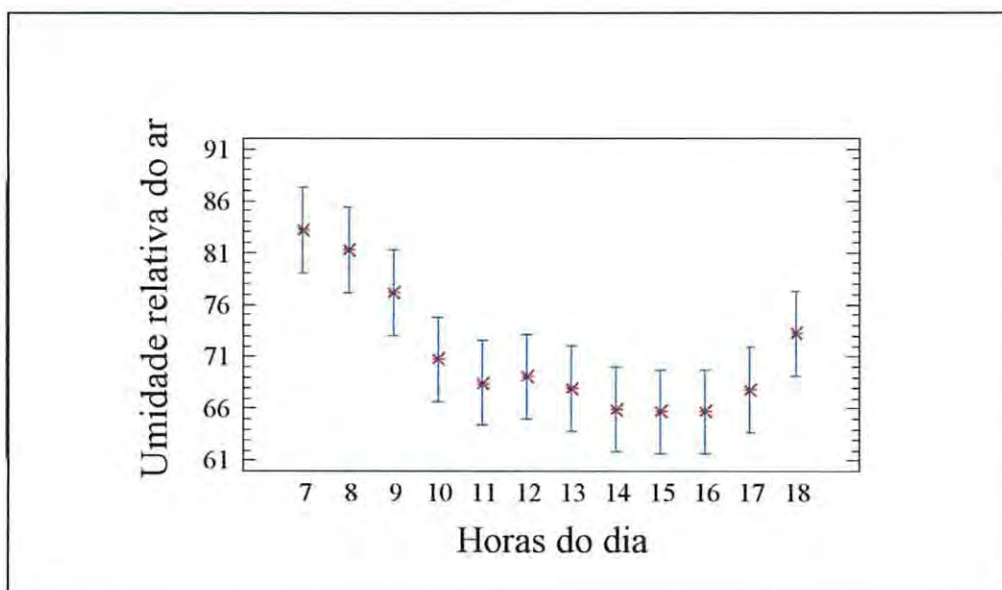


FIGURA 26-Média entre horas do dia, para o fator umidade relativa do ar, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 1e 16 de novembro de 1999, para a avaliação da concentração de açúcares no néctar de *Rhamnus sphaerosperma*, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná.

A luminosidade foi em média de $36.441 \pm 52,297$, com variação de 7.706 a 115.500 Lux. (Figura 27). Para SZABO (1980) este fator apresentou importância similar à temperatura na atividade vôo e ganho de peso em colônias de *A. m. ligustica*.

A figura 27 demonstra a tendência do fator ambiental luminosidade durante o dia.

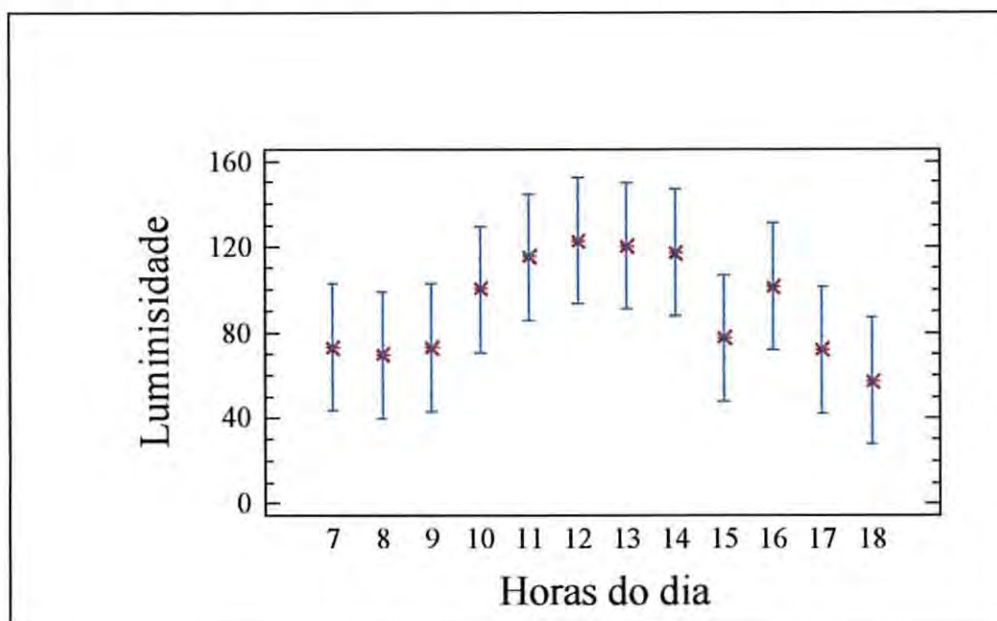


FIGURA 27 - Média entre as horas do dia para o fator luminosidade, nos períodos de 3, 4 e 7 de novembro de 1998, 20 e 21 de outubro de 1999 e 6, 15 e 16 de novembro de 1999, para a avaliação da concentração de açúcares no néctar de *Rhamnus sphaerosperma*, no intervalo das 07h às 18h, em Mandirituba, Paraná.

4.9.1 Correlação entre os fatores ambientais e a concentração de açúcares no néctar

A interação entre os fatores ambientais pode ser observada na Tabela 20 e Figuras 21, 25, 26 e 27, as quais demonstram as seguintes relações: a concentração de açúcares no néctar de *R. sphaerosperma* aumentou com a temperatura e diminuiu com a umidade relativa do ar, conforme o modelo geral observado por PARK (1929), NICOLSON (1994), PEGORARO & CARPANEZZI (1995) e NICOLSON (1998).

O coeficiente de correlação entre a temperatura e a concentração de açúcares no néctar de fruto-de-pombo foi de $r = 0,6641$, sendo significativa, positiva e moderada (Tabela 20).

A correlação entre a variável aleatória umidade relativa do ar e a concentração de açúcar no néctar foi negativa, significativa e fraca e apresentou coeficiente de correlação $r = -0,4964$, concordando com os dados obtidos em flores de pereira, cujos volumes de néctar

e concentração de açúcares foram correlacionados com umidade relativa do ar, e apresentaram correlação significativa, negativa e moderada (BENEDEK & NYÉKI, 1997).

A correlação entre a variável aleatória luminosidade e a concentração de açúcares no néctar não foi significativa (Tabela 20).

6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disponibilidade de recursos alimentares e as características genéticas das colônias são fatores limitantes para a produtividade das colônias de abelhas africanizadas. As colméias que apresentam boa proporção entre quantidade de cria e recursos alimentares, além de baixo grau de infestação com *V. destructor*, são consideradas candidatas a matrizes, e suas progênies deverão ser avaliadas na seleção das linhagens mais aptas para produzir mel, pólen e cera.

No sul do Brasil, na área da Floresta com Araucária, ocorre a bracatinga, vegetação pioneira que floresce durante o inverno e é a principal espécie vegetal que disponibiliza recursos alimentares às colônias de abelhas africanizadas, neste período, deixando-as aptas para armazenar mel no início da primavera. Em áreas onde a *M. scabrella* não está presente, recomenda-se que os apicultores reflorestem pelo menos dois hectares com a mesma. Os apicultores devem utilizar a florada da bracatinga no inverno para renovar favos velhos e desenvolver as colônias, ou seja, para preparar as colônias para utilizarem a florada da primavera, que é a principal no sul do Brasil. Se os apicultores desejarem coletar pólen de bracatinga, suas colônias devem ser estimuladas com alimentação artificial energética protéica e as abelhas selecionadas.

Durante os períodos de coleta de pólen (picos de floradas) ocorrem as maiores demandas por pólen. Como consequência, a proporção de operárias forrageiras coletoras de pólen aumenta. Portanto, a administração de alimentação energética poderá reequilibrar o sistema e as operárias coletarem pólen ao invés de néctar, de forma que as colônias sofram menos degradação, sem acentuada redução no estoque de mel.

Quando existe alimento disponível para as operárias forrageiras (néctar e pólen) e fluxo de feromônios da rainha, mesmo que reduzido, as colônias de abelhas africanizadas, com a rainha presa, na gaiolinha tipo Hanemann renovam suas rainhas por desenvolvimento natural de realeiras e fertilização natural das novas rainhas ao ar livre. Esse procedimento, incluindo o manejo do pasto apícola, deve ser adotado anualmente para manter a produtividade e a sanidade das colméias e aumentar a disponibilidade de néctar e pólen. Portanto, as rainhas renovadas por meio deste sistema devem ser avaliadas quanto ao período de vida útil, volume de espermoteca e número de ovariolos.

O desenvolvimento de pesquisas e a promoção de cursos de extensão são atividades que devem ser incentivadas para que a apicultura brasileira ganhe cada vez mais destaque no cenário nacional e internacional, pois o mel e outros produtos apícolas brasileiros são livres de acaricidas devido à tolerância das abelhas africanizadas à *Varroa*.

7.0 CONCLUSÕES

Dos resultados desta pesquisa, é possível estimar que é de 95,28% a probabilidade de se encontrar a rainha de uma colônia de abelhas africanizadas num tempo de até 4 min e 5s;

As colônias de abelhas africanizadas não se tornam zanganeiras até trinta dias após as rainhas estarem isoladas da área de postura, porém liberando feromônios;

A taxa de renovação de rainhas por desenvolvimento natural, na presença das rainhas em gaiolinhas Hanemann, está em torno de 80%;

A população de abelhas africanizadas, durante os meses de maio a julho, apresenta três grupos distintos de colônias nas variáveis área de ovos/larvas e pupas, mel e pólen, proporção cria/alimento e percentagem de infestação com *V. destructor* em adultos;

As correlações entre a quantidade de cria e recursos alimentares, durante o inverno, são fracas, bem como as correlações entre a quantidade de cria e o grau de infestação com *V. destructor*;

A capacidade das colônias de coletar pólen varia significativamente, possibilitando a seleção de colônias com maior capacidade para coletar este produto;

A coleta de pólen com coletor altera a estrutura das colônias de abelhas africanizadas, reduzindo significativamente a quantidade de ovos/larvas, pupas, mel e pólen;

A eficiência média da tela do coletor de pólen é de $60,47 \pm 9,57\%$;

Em *R. sphaerosperma*, as percentagens de operárias forrageiras que coletam néctar, pólen, ambos ou então sem recursos alimentares são, respectivamente, 36,62 %, 12,31%, 14,45% e 36,62%;

A concentração de açúcares no néctar de *R. sphaerosperma* apresenta diferenças significativas entre as horas do dia, mas não demonstra esta tendência entre os dias;

A correlação entre a concentração de açúcares no néctar e a umidade relativa do ar é negativa e fraca; entre a concentração de açúcares no néctar e a temperatura, a correlação é positiva e moderada; enquanto que entre a concentração de açúcares e a luminosidade, a correlação não é significativa.

8.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKATSU, I. P.; PEGORARO, A. Largura do tórax de operárias de *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hym., : Apidae) e eficiência da tela coletora de pólen. **Arch. Vet. Scinc.**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 77-82, 2001.
- AL-GHAMDI, A.; HOOPINGARNER, R. Model of the mite *Varroa jacobsoni* and honey bee *Apis mellifera* L. **Am. Bee. J.**, Hamilton, v. 135, n. 12, p. 825, 1995.
- ALLEN, M.D.; JEFFREE, E. P. The influence of stored pollen and colony size on the brood rearing of honeybees. **Ann. Appl. Biol.**, Warwick, v. 44, n. 4, p. 649-656¹, 1956.
- ALMEIDA, R.; MARIQUE, A. J.; SOARES, A. E. E. Seleção e melhoramento genético para aumentar a produção de mel e própolis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Palestras** Florianópolis: EXPOAPIS, 2000. p. 2, 1 CD-ROM.
- AL-TIKRITY, W. S.; HILLMANN, JR. R. C.; BENTON, A W.; CLARKE, JR. W. W. New instrument for brood measurement in a honey-bee colony **Am. Bee. J.**, Hamilton, v. 111, n. 1, p. 26, 1971.
- ALVES, S. B.; FLECHTMANN, C. H. W.; ROSA, A. E. *Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904 (Acari, Mesostigmata, Varroidae) also in Brasil. **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 3, p. 79, 1978.
- ALVES, M. L. T. M. F.; MORETI, C. D. C. C. ; SILVA, E. C. A. ; SILVA, R. M. B.; TEIXEIRA, E. W.; OTSUK, I. P. Quantidade diária de pólen coletado por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) usando diferentes modelos de coletor de polen. **Bol. ind. Anim.**, Nova Odessa, v. 54, n. 1, p. 97-102, 1997.
- AMARAL, E. Produção de café na ausência e na presença de insetos polinizadores In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2., 1972, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: G. W. Cosenza, 1972. p. 59-67.
- ANDERSON, D. L. Non-reproduction of *Varroa jacobsoni* in *Apis mellifera* colonies in Papua New Guinea and Indonesia. **Apidologie**, Paris, v. 25, p. 412-421, 1994.
- ANDERSON, D. L.; FUCHS, S. Two genetically distinct populations of *Varroa jacobsoni* with contrasting reproductive abilities on *Apis mellifera*. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 37, p. 69-78, 1998.
- ANDERSON, D. L. Variation in the parasitic bee mite *Varroa jacobsoni* Oud. **Apidologie**, Paris, v. 32, n. 2, p. 281-292, 2000.
- ANDERSON, D. L.; TRUEMAN, J. W. H. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. **Exp. Appl. Acarol.**, Dordrecht, v. 24, p. 165-189, 2000.

BARKER, R. J. The influence of food inside hive on pollen collection by a honeybee colony. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 10, n. 1, p. 23-26, 1971.

BARANCELLI, C. D.; **Crie abelhas é fácil e dá lucro**. Curitiba: ACARPA, 1977.

BARANCELLI, C. D.; MORETTO, A. ; PEDRONI, P. S. Medidas de controle à varroasis no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5., 1980 Viçosa. **Anais...** Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 1984. p. 265-274.

BAR-COHEN, R.; ALPERN, G.; BAR-ANAN, R. Progeny testing and selecting italian queens for brood area and honey production. **Apidologie**, Paris, v. 9, n. 2, p. 95-100, 1978.

BARRETO, L. M. C.; FARIA Jr., L. R. R.; BENDINI, J. N. Relação peso x índice protéico em “bolota” de pólen coletado por *Apis mellifera* em diferentes famílias vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EXPOAPIS, 2002. p. 100

BAUTZ, R. A COGGINS, J. R. Scanning electron microscopy of female *Varroa jacobsoni* (Arthropoda: Acarina), ectoparasite of the honeybee *Apis mellifera*. **Trans. Am. Microsc. Soc.**, Lawrence, v. 111, n. 1, 28-35, 1992.

BAVARESCO, F. A. Plano para o desenvolvimento apícola para o Rio Grande do Sul In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 4., : 1976, Curitiba. **Anais...** Curitiba: G.W. COSENZA, 1972. 136-150.

BEAUCHAMP, G. Effects of energy requirements and worker mortality on colony growth and foraging in the honey bee. **Behav. Ecol. Sociob.**, Berlin, v. 31, n. 2, p. 123-132, 1992.

BENEDEK, P.; KOCSISNÉ-MOLNÁR, G. ; NYÉKI, J. Nectar production of pear (*Pyrus communis* L.) cultivars. **Hortic. Sci., (Calcutta)**, Budapest v. 29, n. 3-4, p. 117-122. 1997.

BENEDEK, P.; NYÉKI, J. Consideration on the nectar production and the honey bee visitation of fruit tree flowers. **Int. J. Hortic. Sic.**, Budapest, v. 6, n. 3, p. 67-75. 2000.

BENEDEK, P.; RUFF, J.; NAGY, C.; NUÉKI, J. Flower constancy of honeybee (*Apis mellifera* L.) to blooming pear plantations. **Int. J. Hortic. Sci.**, Budapest, v. 6, n. 3, p. 81-85, 2000.

BHATTACHARYYA, G. K.; JOHNSON, R. A. **Statistical concepts and methods**. Singapore : John Wiley & Sons, 1977.

BIANCHINI, M. L.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Viabilidade das crias, peso ao nascer e longevidade das operárias adultas africanizadas (*Apis mellifera*), infestadas com ácaro *Varroa jacobsoni*, **Ars Vet.**, Jaboticabal, v. 13, n. 3, p. 275-283, 1997.

BOBB, N.; MARTIN, S. Mortality of *Varroa jacobsoni* Oudemans during or soon after the emergence of worker and drone honeybees *Apis mellifera* L. **Apidologie**, Paris, v. 28, n. 6, p. 367-374, 1997.

BOGDANOV, S.; IMDORF, A. KILCHENMANN, V. Residues in wax and honey after Api live Var. treatment. **Apidologie**, Paris, v. 29, n. 6, p. 513-524, 1998a.

BOGDANOV, S.; IMDORF, A. KILCHENMANN, V.; IMDORF, A.; FLURI, P. Residues in honey after application of thymol against *Varroa* using the Frank no thymol frame. **Am. Bee J.** Hamilton, 138, n. 8, p. 610-611, 1998b.

BOECKING, O.; DRESCHER, W. Response of *Apis mellifera* L. colonies infested with *Varroa jacobsoni* Oud. **Apidologie**, Paris, v. 22, p. 237-241, 1991.

BOECKING, O.; RITTER, W. Current status of behavioral tolerance of the honey bee *Apis mellifera* to the mite *Varroa jacobsoni*. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 134, n. 10, p. 689-694, 1994.

BOECKING, O.; SPIVAK, M. Behavioral defense of honey bees against *Varroa jacobsoni* Oud. **Apidologie**, Paris, v. 30, p. 141-172, 1999.

BOOT, W. J.; CALIS, J. N. M.; BEETSMA, J. Differential periods of *Varroa* mites invasion into worker and drone cells of honeybee. **Exp. Appl. Acarol.**, Dordrecht, v. 16, p. 295-301, 1992.

BOOT, W. J.; BEETSMA, J.; CALIS, J. N. M. Behaviour of *Varroa* mites invading honey bee brood cells. **Exp. Appl. Acarol.**, Dordrecht, v. 18, p. 371-379, 1994.

BOOT, W. ; DIRRSSEN, R. G.; CALIS, J. N. M.; BEETSMA, J. Further observations on the correlation between attractiveness of honey bee brood cells to *Varroa jacobsoni* and the distance from larvae to cell. **Entomol. Exp. Applic.**, Dordrecht, v. 76, n. 3, p. 223-232, 1995.

BOOT, W. J. ; CALIS, J. N. M., BEETSMA, J.; HAI, D. M.; LAN, N. K.; TOAN, T. V.; TRUNG, L. Q.; MINH, N. H. Natural selection of *Varroa jacobsoni* explains the different reproductive strategies in colonies of *Apis cerana* and *Apis mellifera*. **Exp. Appl. Acarol.**, Dordrecht, v. 23, p. 133-144, 1999.

BORG-KARLSON, A. K.; UNELIUS, C. R. ; VALTEROVA, I. ; NILSSON, The floral fragrance chemistry in the early flowering shrub *Daphne mezereum*. **Phytochemistry (OXF)**, v. 41, n. 6, p. 1483-1996, 1996.

BOSCH, J. V. D.; WOODFIELD, D. R.; CLIFFORD, P. T. P.; CARADUS, J. R. White clover breeding, flowering, and farm management as it relates to beekeeping. **New Zealand Beekeeper**, Hastings, v. 9, n. 3, p. 24-25, 1996.

BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S. **Statistics for experimenters, an introduction to design, data analysis, and model building**. New York: John Wiley & Sons, 1978.

BREED, M. D.; WELCH, C. K.; CRUZ, R. Kin discrimination within honey bee (*Apis mellifera*) colonies: an analysis of the evidence. **Behav. Process.**, Shannar, v. 33, n. 12, p. 25-40, 1994.

BRUNEAU, E. Feromone reale. **LAPIS**. 1997, n. 5, p. 1-8. Disponível em : <[http:// www.fr.fhashnet.il.aol/Winston2.htm](http://www.fr.fhashnet.il.aol/Winston2.htm)> Acesso em: 28 agos. 2000.

BUCHMANN, S. L.; SHIPMAN, C. W.; PRCHAL, S. J. Phenology of pollen storage within honey bee colonies livin in the Sonoran desert of Arizona. **Am Bee J.**, Hamilton, p.772,1991.

BURIOLLA, A. H.; GONÇALVES, L. S. Efeito do parentesco na produção de rainhas e no desenvolvimento de colônias de abelhas *Apis mellifera* L. **Nat. São Paulo**, Edição Especial, p.163, 1992.

BUTLER, C. G. The control of ovary development in worker honeybees. **Experientia (Basel)**, v. 13, n. 6, p. 256-257, 1957.

BUTLER, C. G.; SIMPSON, J. The source of the queen substance of honey-bee (*Apis mellifera* L.). **Proc. Res. Entomol. Soc. Lond.**, London, v. 33, p. 7-9, 1958.

BUTLER, C. G.; CALLOW, R. K.; JOHNSTON, N. C. The isolation and synthesis of queen substance, 9-oxodec-trans-2-enoic acid, a honey bee pheromone. **Proc. Res. Entomol. Soc. Lond.**, London, v. 37, p. 114-4116, 1961.

BUTLER, C. G. La colonia de las abejas melíferas historia de su vida. In: LA COLMENA y la abeja melífera. Montevideo: Hemisferio Sur, 1975. p. 71-114

BURGETT, M. Pacific northwest pollination review. **Glean Bee Cult.**, Medina, v. 125, n. 4, p. 28-30, 1997.

CABRAS, P.; MARTINI, M. G.; FLORIS, I.; SPANEDDA, L. Residues of cymiozole in honey and honey bees, **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 33, n. 2, p. 83-86, 1994

CALATAYUD, F.; VERDÚ, I. Evolución de la colmenas parasitadas por *Varroa*. **Vida Apic.**, Madri, v. 58, p. 53-58, 1993.

CALDERONE, N. W.; WILSON, W. T.; SPIVAL, M. Plants extracts used for control of the parasitic mites *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) in colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 90, n. 5, p. 1081-1086, 1997.

CALDERONE, N. W. Effective fall treatment of *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) with a new formulation of acid formic colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the Northeastern United States. **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 93, n.4, p. 1065-1075, 2000.

CALE, G. H. Pollen gathering relationship to honey collection and egg-laying in honeybee. **Am. Bee J.** Hamilton, v. 108, n. 1, p. 8-9, 1968.

CAMAZINE, S. Differential reproduction of the mite *Varroa jacobsoni* populations dynamics in different (Mesostigmata: Varroidae), on africaned and european honey bee (Hymenoptera: Apidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 79, n. 5, p. 801-803, 1986.

CAMAZINE, S. The regulation of pollen foraging by honey bee: how foragers assess the colony's need for pollen. **Behav. Ecol. Sociobiol.**, Berlin, v. 32, p. 265-272, 1993.

CANE, J. H.; SCHIFFHAUER, S. Nectar production of cranberries: genotypic differences and insensitivity to soil fertility. **J. Am. Soc. Hortic., Sci.**, Alexandria, v. 122, n. 5, p. 665-667, 1997.

CARRECK, N. L. The movement of honey bee colonies for crop pollination and honey production by beekeepers in Great Britain. **Bee world**, Bucks, v. 78, n. 2, p. 67-77, 1997.

CARRECK, N. ; WILLIAMS, I. The economic value of bees in the UK. **Bee world**, Bucks, v. 79, n. 3, p. 115-123, 1998.

CHEMAS, A; RICO-GRAY, V. Apiculture and management of associated vegetation by the maya of tixcaltuyub, Yucatán, México. **Agroflor. Syst.**, Dordrecht, v. 13, p. 13-25, 1991.

CHIARI, W.C. ; TOLEDO, V. A. A.; ATENCIA, V. W.; RUVOLO-TAKASSUSUKI, M. C. C.; MAGALHÃES, H. R. Biologia floral em soja (*Glycine max* L. Merrill), var. BRS-133, cultivada na região de Maringá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EXPOAPIS, 2002. p. 3

COLLINS, A. M.; RINDERER, T. E. ; HARBO, J. R. ; BROWN, M. A. Heredities and correlations for several characters in the honey bee. **J. Hered.**, Cary, v. 75, p. 135-140, 1984.

COLLINS, A. M.; RINDERER, T. E.; TUCKER, K. W. Colony defence of two types and their hybrid. Naturally mated queens. **J. Apic. Res.** Cardiff, v. 27, n. 3, 137-140, 1988.

COLIN, M. M.; CIAVARELLA, F.; OTERO-COLINA, G.; BELZUNCES, L. P. MATTHESON, A. *Apis* methodol for characterizing the biological activity of essential oils against *Varroa jacobsoni*. **Int. Bee Res. Assoc.**, Cardiff. p. 109-114, 1994.

COLOMBO, M.; LODESANI, M.; SPREAFICO, M. Resistencia de la *Varroa* al fluvalinato. **Vida Apic.**, Madri, v. 64, p. 42-47, 1994.

COUTO, L. A. Efeito do fornecimento de rações sobre a produção de cria e alimento e sua herdabilidade em colméias de *Apis mellifera* infestadas com *Varroa jacobsoni*.

Jaboticabal, 1987. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Universidade Estadual de Paulista.

COUTO, L. A. **Estudo do desenvolvimento de colônias formadas artificialmente a partir do uso de pacotes de abelhas africanizadas, européias e F1 (africanizada x européias), sob diferentes condições ambientais.** Ribeirão Preto, 1993. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

CRANE, E. The Varroa mite. **Bee World**, Bucks, v. 59, n. 4, p. 164-167, 1978.

CREMONEZ, T. M.; DE JONG, D. Ausência da rainha afeta a infestação do ácaro *Varroa* em colônias de *Apis mellifera* africanizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 13., 2000, Florianópolis. **Trabalhos** Florianópolis: EXPOAPIS, 2000. p.7, 1 CD-ROM.

CURRIE, R.W.; JAY, S. C. The influence of a colony's queen state, time of year, and drifting behaviour, on the acceptance and longevity of adult drone honeybees (*Apis mellifera* L.) **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 27, n. 4, p. 219-226, 1988.

DAFNI, A.; KEVAN, P. G. Floral symmetry and nectar guides: ontogenetic constraints from floral development, colour pattern rules and functional significance. **Bot. J.** London, v. 120, n. 4, p. 371-377, 1996.

DEGRANDI-HOFFAMAN, G.; ROTH, S. A.; LOPER, G. L.; ERICKSON JR. E. H. Beepop: a honeybee population dynamics simulation model. **Ecol. Model.**, Amsterdam. v. 45. p.133-150, 1989.

DELAPLANE, K. *Varroa destructor*: revolution in the making. **Bee World**, Cardiff, v. 82, n. 4, p. 157-159, 2001.

DANKA, R. G.; HELLMICH, R. L.; RINDERER, T. E. COLLINS A. M. Diet-selection ecology of tropically and temperately adapted honey bees. **Anim. Behav.**, London, v. 35, p. 1858-1863, 1987

DE JONG, D.; GONÇALVES, L. S. The *Varroa* problem in Brasil. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 121, n. 3, p.186-189, 1981.

DE JONG, D.; DE JONG, P. H.; GONÇALVES, L. S. Weight loss and other damage to developing worker honeybees from infestation with *Varroa jacobsoni* **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 21, n. 3, p. 165-167, 1982a.

DE JONG, D.; MORSE, R. A.; EICKWORT, G. C. Mite pests of honey bees. **Annu. Rev. Entomol.**, Palo Alto, p. 229-251, 1982b.

DE JONG, D. Distribuição mundial de *Varroa jacobsoni*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 5., 1980, Viçosa MG. **Anais...** Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 1984. p. 210-215, 1984a.

DE JONG, D.; STEINER, J.; GONÇALVES, L. S.; MORSE, R. A. Brazilian *Varroa* research rates current treatments too expensive. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 124, n. 2, p. 111-112, 1984b.

DE JONG, D.; GONÇALVES, L. S.; MORSE, R. A. Dependence on climate of the virulence of *Varroa jacobsoni*. **Bee World**, Bucks, v. 65, p. 117-121, 1984c

DE JONG, D. *Varroa jacobsoni* does reproduce in worker cells of *Apis cerana* in South Korea. **Apidologie**, Paris, v. 19, n. 3, p. 241-244, 1988.

DE JONG, D. O Impacto das abelhas Africanizadas nas Américas. **Naturalia**, Edição Especial, São Paulo, p. 112-116, 1992.

DE JONG, D. Africanized honey bees in Brazil, forty years of adaptation and success. **Bee World**, Bucks, v. 77, p. 67-70, 1996.

DE JONG, D.; SOARES, A. E. E. An isolated population of Italian bees that has survived *Varroa jacobsoni* infestation without treatment for over 12 years. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 137, n. 10, p. 742-745, 1997.

DE JONG, D. Evolución de la resistencia de las abejas a la *Varroa*. In: CONGRESSO IBERO-LATINOAMERICANO DE APICULTURA, 8., 1998, Merida. **Anais...** Merida: 1998, p. 49-52.

DELFINADO, M. D.; BAKER, M. Varroidae, a new family of mite on honey bee (Mesostigmata: Acarina). **J. Wash. Acad. Sci.**, Washington, v. 64, n. 1, p. 4-10, 1974.

DELFINADO-BAKER, M.; RATH, M. W.; BOECKING, O. Phoretic bee mites and honeybee grooming behaviour. **Int. J. Acarol.**, West Bloomfield, v. 18, n. 4, p. 315-322, 1992.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; MALASPINA, O. As abelhas africanizadas nos anos 90. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 106, p. 73-76, 1995.

DRELLER, C.; PAGE, R. E. Regulation of pollen foraging honeybee: effects of young brood, stored pollen, and empty space. **Behav. Ecol. Sociobiol.**, Berlin, v. 45, n. 3, p. 227-233, 1999.

ECKERT, C. D.; WINSTON, M. L.; YDENBERG, R. C. The relationship between population size, amount of brood, and individual foraging behaviour in the honey bee, *Apis mellifera* L. **Oecologia**. (BERL), v. 97, n. 2, p. 248-255, 1994.

EISCHEN, F. A.; ELZEN, P. J.; BAXTER, J. R. WILSON, W. T.; RUBINK, W. L. Discovery of resistance to fluvalinate by the parasitic mite, *Varroa jacobsoni* in the United States. In: CONGRESSO IBERO-LATINOAMERICANO DE APICULTURA, 8., 1998, Merida. **Anais...** Merida: 1998, p. 19-27.

ELZEN, P. J.; EISCHEN, F.; BAXTER, J. R. Detection of resistance in US *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata: Varroidae) to the acaricide fluvalinate. **Apidologie**, Paris, v. 30, p. 13-17, 1999.

ENGELS, W.; GONCALVES, L. S.; STEINER, J.; BURIOLLA, A. H. ; CAVICHIO, I. Varroa-befall von carnica-völkern in tropenklima. **Apidologie**, Paris, v. 17, n. 3, p. 203-215, 1986.

ENGELS, W. ADLER, A.; ROSENKRANZ, P. LÜBKE, G.; FRANCKE, N. Dose-dependent inhibition of emergency queen rearing by synthetic 9-ODA in the bee, *Apis mellifera carnica*. **J. Comp. Physiol.**, Berlin, v. 163, p. 363-366, 1993.

ESCRIBANO, A. M. L ; CARDENAL GALVAN, J. A. ; ALVAREZ GOMES, J. A. ; POZO VERA, J. El polen controles sanitarios normas legales. **Vida Api.**, Madri, v. 94, n. 2, p. 56-58, 1999.

FARKS, A.; OROSZ-KOVÁCS, Z. Continuous and discontinuous nectar secretion in some pear cultivars. **Int. J. Hort. Sci.** Budapest, v. 6, n. 3, p. 77-79, 2000.

FARRAR, C. L. Productive management of honey-bee colonies. **Am. Bee. J.**, Hamilton, v. 133, n. 8, p. 288-290, 1973.

FATHY, H. M. La poblacion de la colonia de abejas melíferas en relacion a la cria de pollo y el polen almacenado, **Apiacta (Buchar) (Engl Ed)**, v. 31, n. 2, p. 36-44, 1996.

FAUCON, J. P.; MATHIEU, L.; RIBIERE, M.; MARTEL, A. C.; DRAJNUDEL, P.; ZEGGANE, S.; AURIEERES.; AUBERT, M. F.A. Honey bee winter mortality in France in 1999 and 2000. **Bee World**, Bucks, v. 83, n. 1, p. 14-23, 2002.

FERNANDEZ, N. A. Varroosis en la provincia de Buenos Aires. In: CONGRESSO IBERO-LATINOAMERICANO DE APICULTURA, 6., 1994, Córdoba. **Anais...** Córdoba: Sociedade Rural Rio Cuarto, 1994. p. 27-36.

FEWELL, J. H.; WINTON, M. Colony state and regulation of pollen foraging in the honey bee, *Apis mellifera* L. **Behav. Ecol. Sociobiol.**, Berlin , v. 30, p. 387-393, 1992.

FEWELL, J. H.; PAGE, R. E. Genotypic variation in foraging response to environmental stimulus by honey bees, *Apis mellifera*. **Experientia (Basel)**, v. 49, n. 12, p 1106-1112, 1993.

FEWELL, J. H.; WINTON, M. L. Regulation of nectar collection in relationship to honey storage levels by honey bees, *Apis mellifera*. **Behav. Ecol.**, Cary, v. 7, n. 3, p. 286-291, 1995.

FEWELL, J. H.; PAGE, R. E. Colony-level selection effects on individual and colony foraging task performance in honeybees, *Apis mellifera* L. **Behav. Ecol. Sociobiol.**, Berlin, v. 48, p. 173-181, 2000.

- FILMER, R. S. Brood area and colony size as factors in activity of pollination inits. **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 25, p. 336-343, 1932.
- FLECHTMANN, C. H. W. Ácaros associados á abelha mellifera. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5., 1980, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Imprensa Univeritária da UFV, 1984. p. 189-202.
- FLETCHER, D. C.; ROSS, K. G. Regulation of reproduction in eusocial hymenoptera. **Annu. Rev. Entomol.**, Palo Alto, v. 30, p. 319-343, 1985.
- FREE, J. B. Factors determining the collection of pollen by honeybee foragers. **Anim. Behav.**, London, v. 15, n. 1, p. 134-144, 1967.
- FREE, J. B.; PREECE, D. A. The effect of the size of a honeybee colony on its foraging activity. **Insectes Soc.**, Basel, v. 16, n. 1, p. 73-78, 1969.
- FREE, J. B. Factors detemining the rearing and rejection of drones by honeybee colony. **Anim. Behav.**, London, v. 23, p. 650-675, 1975.
- FRIES, I. Tratamento of sealed honey bee brood with formic acid for control of *Varroa jacobsoni*. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 131, n. 5, p. 313-314, 1991.
- FRIES, I.; CAMAZINE, S.; SNEYD, J. Population dynamics of *Varroa jacobsoni*: model and review. **Bee World**, Bucks, v.75, p. 5-28. 1994
- FUCHS, S.; SCHADE, V. Lower performance in honeybee colonies of uniform paternity. **Apidologie**, Paris, v. 25 , p. 155-168, 1994.
- FUNARI, S. R. C.; BAUAB-VIANA, M. J.; CURI, P. R. FUNARI, A. R. M. Perfil diário de coleta de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) na região de Botucatu SP. **Bol. Ind. Anim.**, Nova Odessa, v. 53, n. 1, p. 99-103, 1996.
- FUNARI, S. R.C.; BAUAB-VIANA, M. J.; CURI, P. R.; FUMARI, A. R. M. A estratégia de coleta de néctar das abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) quanto ao volume e a concentração de açúcares. Nova Odessa, **Bol. Ind. Anim.**, Nova Odessa, v. 54, n. 2, p. 67-73, 1997.
- FUNARI, S. R. C.; ROCHA, H. C. ; SFOCIN, J. M. ; CURI, P. R. ; PEROSA, J. .M. Y. Coleta de pólen produção de mel e própolis em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). **Bol. Ind. Anim.**, Nova Odessa, v. 55, n. 2, p. 189-193, 1998.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 91 p. (Manuais técnicos em geociências, n.1).
- GALTON, D. Varroatosis. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 111, n. 8, p. 468, 1971.

GARRY, N. E. Observations of mating behavior in the honeybee. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 2, n. 1, p. 3-13, 1963.

GENC, F.; AKSOY, A. Some of the correlation the colony development and honey production of the honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. **Apiacta (Buchar) (Engl Ed)**, v. 28, n. 2, p. 33-41, 1997.

GUERRA, J. C. V.; GONÇALVES, L. S. ; DE JONG, D. Remoção diferencial de crias de operárias infestadas pelo ácaro *Varroa jacobsoni*, por operárias de colônias africanizadas, italianas e híbridas. In: CONGRESSO IBERO-LATINOAMERICANO DE APICULTURA, 4., 1994, Córdoba. FORO EXPO-COMERCIAL DE APICULTURA, 3., 1994, Córdoba. **Anais...** Córdoba: Sociedade Rural Rio Cuarto, 1994. p. 89-92.

GILLIAM, M.; McCAUGHEY, W. F.; WINTERMUTE, B. Amino acids in pollen and nectars of citrus cultivars and in stored pollen and honey from honeybee colonies in citrus groves. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 19, p. 64-72, 1980.

GOMES, M. F. F.; ALMEIDA, C. Q.; FAUSTINO, C. M. Levantamento das plantas apícola dos municípios de Nioaque e Rochedo no Estado de Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais...** Salvador, CBA/ FAABA, 1998. p. 181.

GOODWIN, R. M. Afternoon decline kiwifruit pollen collection. **N. Z. J. Crop Hortic. Sci.**, Wellington, v. 23, n. 2, p. 163-171, 1995

GONÇALVES, L. S. Do the africanized bee of Brasil only sting?. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 115, n. 1, p.8-10, 1975.

GONÇALVES, L. S. The *Varroa* research program in the honey bee laboratory of the University of São Paulo in Ribeirão Preto. **Apidologie**, Paris, v. 17, n. 4, p. 371-374, 1986.

GONÇALVES, L. S. Africanização das abelhas nas Américas, impactos e perspectivas de aproveitamento do material genético. **Naturalia**, Edição Especial, São Paulo, p. 126-134, 1992.

GONÇALVES, L. S. Africanização das abelhas nas Américas, impactos e perspectivas de aproveitamento do material genético In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 9., 1994, Candelária, **Anais...** Porto Alegre: Ed da UFRGS, 1994. p. 35-41.

GONCALVES, L. S. O estado atual e perspectiva da apicultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais...** Salvador: CBA/FAABA, 1998. p. 43.

GONÇALVES, L. S. Principais problemas da apicultura mundial e perspectiva da apicultura brasileira In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EXPOAPIS 2002. p. 264-271.

GORDON, D. M. ; BARTHELL, J. E.; PAGE JUNIOR, R. E. ; FONDRK, M. K. ; THORP, R.; W. Colony performance of selected honey bee (Hymenoptera: Apidae) strains used for alfalfa pollination. **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 88, n. 1, p. 51-59, 1995.

GOULSON, D. A model to predict the influence of insect flower constancy on interspecific competition between insect pollinated plants. **J. Theor. Biol.**, Oxon, v. 168, p. 309-314, 1994.

GOULSON, D. W. The importance of osmosis in nectar secretion and its consumption by insects. **Am. Zool.**, Lawrence, v. 38. n. 3, p. 418-525, 1994.

GOVAN, V. M. A.; DAVISON, S. Bee health: *Varroa* in South African. **Bee World**, Bucks, v. 78, n. 4, p. 171-174, 1997.

GRAMACHO, K. P. ; GONÇALVES, L. S. Comportamento higiênico da *Apis mellifera* e novas perspectivas sobre o controle da varroatose. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 41, p. 4-9, 1997

GRAMACHO, K. P. ; GONÇALVES, L. S. Melhoramento genético de abelhas com base no comportamento higiênico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EXPOAPIS, 2002. p. 3

GREEF, M.,; WAEL, L. VAN LAERIE, L. O. Determinacion de los residuos de fluvalinato en la miel y la cera de abeja Belga. **Apiacta (Buchar) Engl Ed**, v. 29, n. 4. p. 83-87, 1994.

GUPTA, G. A.; MISHRA, R. C.; KUMAR, J. Valoracion de la acacia, *Robinia pseudoacacia* L., entanto que fuente melifera en Himacha Pradesh, India. **Apiacta (Buchar) Engl Ed**, Bucharest, v. 27. p. 8-12, 1992.

GUZMAN, L. I.; RINDERER, T. E.; DELATTE, G. T.; MACCHIAVELLI, R. E. *Varroa jacobsoni* Oudemans tolerance in selected stocks of *Apis mellifera* L. **Apidologie**, Paris, v. 27, p. 193-210, 1996.

GUZMAN, L. I.; RINDERER, T. E. Identification and comparison of *Varroa* species infesting honey bee. **Apidologie**, Paris, v. 30, n. 2-3, p. 85-95. 1999.

GUZMAN, L. I.; RINDERER, T. E.; STELZER, J. A. Occurrence of two genotypes of *Varroa jacobsoni* Oud. In North American. **Apidologie**, Paris. V.30, n.1, p. 1-8, 1999.

GUZMAN, E.; VANDAME, R.; ARECHAVALETA M. E. Susceptibility of european and africanized honey bee (*Apis mellifera* L.) to *Varroa jacobsoni* Oud. In Mexico. **Apidologie**, Paris, v. 30, p. 173-182, 1999.

HARMANN, T.; SPIVAK, M.; WEAVER, b.; GLENN, T. Effects of fluvalinate and coumaphos on queen (Hymenoptera: Apidae) in two commercial queen rearing operation. **J. Econ. Entomol.** Lanham, v. 95, n.1, p. 28-35, 2002.

HAMILTON, W. D. The genetical evolution of social behavior. **J. Theor. Biol.**, Oxon, v. 7, n. 1, p. 1-52, 1964.

HANSEN, H.; PETERSEN, J. H. Residue in honey and wax after treatment of bee colonies of bee colonies with bromopropylate. **Tidsskr. Planteavl.**, Lyngby, v. 92, n. 1, p. 1-6, 1998.

HARBO, J. R.; ZUHLKE, J. Population of *Varroa jacobsoni* in a Florida apiary. **Am. Bee. J.**, Hamilton, v. 128, n. 11, p. 739-739, 1988.

HARBO, J. R. Evaluating bees for resistance to *Varroa*. **Am. Bee. J.**, Hamilton, v. 133, n.12, p. 865, 1993.

HARBO, J. R.; HARRIS, J. W. Selecting honey bee resistance to *Varroa jacobsoni*. **Apidologie**, Paris, v. 30, n. 2-3, p. 183-196, 1999.

HARBO, J. R.; HARRIS, J. W. Resistance to *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) when mite-resistant queen honey bee (Hymenoptera: Apidae) were free mated with unselected drones. **J. Econ. Entomol.**, Lanham V. 30, n. 6, p. 13189-1323, 2001.

HARKALY, A. Mel e produtos apícolas orgânicos no Brasil. In: CONGRESSO RASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Palestras...** Florianópolis: EXPOAPIS, 2000. p. 1, 1 CD-ROM.

HARRIS, J. W.; HARBO, J. R. Chenges in reproduction of *Varroa destructor* after honey bee queens were exchanged between resistance and susceptible colonies. **Apidologie**, Paris, v. 31, n. 6, p.689-699, 2000.

HAUSER, H.; LENSKY, Y. The effect of the age of the honey bee (*Apis mellifera* L.) queen on worker population, swarming and honey yields in a subtropical climate. **Apidologie**, Paris, v. 25, p. 566-578, 1994.

HAYVES JUNIOR, G. W. The Hopkins method of queen rearing. **Am. Bee. J.**, Hamilton, v. 131, n. 5, p. 294-296, 1991.

HELLMICH, R. H.; KULINCEVIC, J. M.; ROTHENBUHLER, W. C. Selection for high and low pollen hoarding honeybees. **J. Hered.**, Cary, v. 76, p. 155-158, 1985.

HERBERT, E. W.; SHIMANUKI, H. Chemistry composition and nutritive value of bee-collected and bee-stored pollen. **Apidologie**, Paris, v. 63, p. 215-218, 1978.

HERBERT, E.; SHIMANUKI, H. Seasonal protein preferences of free flying colonies of honey bees. **Am. Bee. J.**, Hamilton, v. 118, n. 3, p. 289, 1979.

HILL, D. B.; WEBSTER, T. C. Apiculture and floresty (bees and trees). **Agrofor. Syst.**, Dordrecht, v. 29, p. 313-320, 1995.

HORN H. The international honey market and its importance to Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998: Salvador. **Anais...** Salvador: CBA/ FAABA, 1998. p. 30-38.

HOWES, F. N. **Plantas melíferas**. Barcelona: Reverte S.A, 1953. 326 p.

IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994.

IMDORF, A.; BOGDANOV, S.; OCHOA, R. I.; CALDERONE, N. W. Use of essential oils the control of *Varroa jacobsoni* Oud. In honey bee. **Apidologie**, Paris, v. 30, n. 2-3, p. 209-228, 1999.

INFORMAÇÕES para investidores. Mandirituba: prefeitura municipal de Mandirituba, 1997

ISSA, M. R. C.; DE JONG. D. Avaliação da infestação por *Varroa* em colméias de abelhas *Apis mellifera* entre os paralelos 30° E 35° S Brasil, Uruguai e Argentina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EXPOAPIS, 2002. p. 32.

JAIN, K. L.; Anthesis and secretion pattern in alfafa (*Medicago sativa* L.). **Indian Bee J.**, Pune, v. 55, n. 3-4, p. 37-41, 1993.

JANMAAT, A. F.; WINSTON, M. L. Removal of *Varroa jacobsoni* infested brood in honey bee colonies with differing pollen stores. **Apidologie**, v. 31. n. 3, p. 377-385, 2000.

JEAN-PROST, P. **Apicultura**. Madrid : Castelló, 1985. 573 p.

JULIANO, J. C. Identificação de espécies de interesse apícola do Rio Grande do Sul In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 2., 1972. Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: G. W. Cosenza, 1972. p. 85-118

KANCHEV, K.; GURGULOVA, K.; STOIMENOV, V. Deensive bee and varroatosis. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF APICULTURE, 32., 1989, Rio de Janeiro. Programe and abstrats. Rio de Janeiro: APIMONDIA, 1989. p. 145-146.

KRAUS, B.; PAGE, R. Effect of *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae) on feral *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). **Entomol. Soc. Am.**, Annapolis, v. 24, n. 6, p. 1473-1480, 1995.

KERR, W. E.; BUENO, D. Natural crossing between *Apis mellifera adansoni* e *Apis mellifera ligustica*. **Ethol. Ecol. Evol.**, Floreuce, v. 24, p. 145-155, 1970.

KERR, W. E. Notas sobre as abelhas africanizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 9., 1992, Candelária. **Anais...** Porto Alegre: Ed da UFRGS, 1994. p. 28-33.

KEFUSS, J. A. Influence of photoperiod on the and brood-rearing activities of honeybees in a flight room. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 17, 137-151, 1978.

KOVÁCS, Z. O. Pollination strategies in sweet and sour cherry cultivars. **Acta. Hortic. (Wagening)**, p. 455-459, 1996.

KUMAR, J. ; GUPTA, J. K. Nectar sugar production and honeybee foraging activity in 3 species of onion (*Allium* species). **Apidologie**, Paris, v.24, p. 391-396, 1992.

KURLETTO, S. Controlada a disposição do feromônio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 4., 1976, Curitiba. **Anais...** Curitiba: L. S. Gonçalves, 1976. p 179-182.

KURLETTO, S. Polinização dirigida In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE APICULTURA DO PARANÁ, 3., 1988, Pitanga. **Anais...** Curitiba: A. Pegoraro, 1988. p. 2-16.

KULINCEVIC, J.; RINDERER, T. E.; MLADJON, V. J.; BOSCO, S. M. Five years of bi-directional genetic selection for honey bees resistant and susceptible to *Varroa jacobsoni*. **Apidologie**, Paris, v. 23, p 443-452, 1992.

LAIDLAW JUNIOR, H. H.; PAGE JUNIOR, R. E. Poliandry in honey bees *Apis mellifera* L.): sperm utilization and intracolony genetic relationships. **Genet. Soc. Am.**, Austin, v. 108, p. 985-997, 1984.

LE CONTE, Y.; ARNOLD, G.; TROUILLER, J.; MASSON, C.; CHAPPE, B.; OURISSON, G. Attraction of the parasitic mite *Varroa* to the drone larvae of honey bees by simple aliphatic esters. **Sciences (Paris)**, v. 24. n. 5, p. 638- 639, 1989.

LE CONTE, Y. ; BRUCHOU, C. ; BENHAMOUDA, K. ; GLATHIER, C. ; CORNUET, J. M. heritability of queen brood post-capping stage duration in *Apis mellifera* L. **Apidologie**, Paris, v. 25, p. 513-519, 1994.

LEHMANN, E.L.; D'ARERA, H. J. M. **Nonparametriccs**: statistical methods based on ranks. San Francisco: Mcgraw-Hill, 1975. p. 451.

LELOUX, M. N.; WINSTON, M. L.; HIGO, H.; SLESSOR, K. N.; LE CONTE, Y. Queen and pheromonal factors influencing comb construction by simulated honey bee (*Apis mellifera* L.) swarms. **Insectes Soc.**, Paris, 48, p. 14-20, 2001.

LEGLER, S. Manejo alimentar para abelhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002a, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EXPOAPIS, 2002. p. 3

LEGLER, S. Apicultura nas cinco regiões do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002b, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EXPOAPIS, 2002. p. 3

LEONARDO, A. M. C. **Estudo do ciclo secretor das glândulas mandibulares de *Apis mellifera* (Linneu) através da morfologia (Hymenoptera: Apidae)**. São Paulo, 1977. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

LEONARDO, A. M. Ciclo de desenvolvimento das glândulas mandibulares de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) e a regulação social na colônia. São Paulo, 1982. 130 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo.

LEVIN, M. D.; LOPER, G. M.; Factors affecting pollen trap efficiency, **Am. Bee. J.** Hamilton, v. 124, n. 3, p. 721-723, 1984.

LEVY, P. S. O desenvolvimento apícola no semi-árido do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais...** Salvador: CBA/FAABA, 1998. p. 169-170.

LOBB, N.; MARTIN, S. Mortality of *Varroa jacobsoni* Oudemans during or soon after the emergence of worker and drone honeybees *Apis mellifera* L. **Apidologie**, Paris, v. 28, p. 367-374, 1997.

LOBO, J. A.; KERR, W. E. Estimation of the number of matings in *Apis mellifera*: extensions of the model and comparison of different estimates. **Ethol. Ecol. Evol.** Florence, v. 5, p. 337-345, 1993.

MACKENSEN, O.; NYE, W. P. Selective breeding of honeybees for alfalfa pollen collection : sixth generation and outcrosses. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 8, n. 1, p. 9-12, 1969.

MAGNUM W. A. Modeling the population biology and the population genetic dynamics of the honey bee, *Apis mellifera* L., when parasitized by the *Varroa jacobsoni* Oudemans. **Am. Bee. J.** Hamilton, v. 137, n. 3, p. 226, 1997.

McLELLAN, A. R. Minerals, carbohydrates, and aminoacids of pollen from some woody and herbaceous plants. **Ann. Bot. (Lond)**, v. 41, p. 1225-1232, 1977.

McNALLY, L. C.; SCHNEIDER, S. S. Spatial distribution nesting biology of colonies of the african honey bee *Apis mellifera scutellata* (Hymenoptera: Apidae) in Botswana Africa. **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 25, n. 3, p. 643-652, 1996.

MANNING, R. Evaluation of the western Australian queen bee breeding programa. **Aust. J. Exp. Agric.**, Collingwood, v. 36, n. 4, p. 513-518, 1996.

MARTIN, C. E. Empleo de las abejas en la polinización de las cosechas. In: LA COLMENA y la abeja melífera. Montevideo, 1975. 741-789.

MARTIN, S. A population model for the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. **Ecol. Model.**, Amsterdam, v. 21, p. 267-281, 1998.

MARCEAU, J.; BOLLY, R.; PERRON, J. M. The relationship between hive productivity and honeybee flight activity. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 29, n. 1, p. 35-45, 1990.

MEDINA, L. M.; MARTIN, S. J. A comparative study of *Varroa jacobsoni* reproduction in worker cells of honey bees (*Apis mellifera*) in England and africanized bees in Yucatan, Mexico. **Exp. Appl. Acarol.**, Dordrecht, v. 23, p. 659-667, 1999.

MESSAGE, D. **Aspectos reprodutivos do ácaro *Varroa jacobsoni* e seus efeitos em colônias de abelhas africanizadas.** Ribeirão Preto, 1986. 147 p. Tese (Doutorado em Genética) Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

MESSAGE, D. The occurrence of honeybee disease in the Central and Southeastern regions of Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF APICULTURE, 32., 1989, Rio de Janeiro. Programme and abstracts of reports. Rio de Janeiro: APIMONDIA, 1989. p. 127.

MESSAGE, D.; GONÇALVES, L.S. Effect of the size of worker brood cells of africanized honey bee on infestation and reproduction of ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. **Apidologie**, Paris, v. 26, p. 381-386, 1995.

MESSAGE, D. O impacto das doenças de abelhas na produtividade e comercialização dos produtos apícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EXPOAPIS, 2002. p. 228-233.

MILANI, N. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. To pyrethroids: a laboratory assay, **Apidologie**, Paris, v. 26, n. 5, p. 415-429, 1995.

MILANI, N. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. To acaricides. **Apidologie**, Paris, v. 30, n. 2-3, p. 229-234, 1999.

MILNE, C. P. The need for using laboratory tests in breeding honeybee for improved honey production. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 24, n. 4, p. 237-242, 1985.

MONTIEL, J. O. Varroasis en la Argentina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5., 1980, Viçosa, MG. **Anais...** Vicosa: Imprensa Universitária da UFV; 1984. p. 203-209.

MOOD, A. M.; GRAYBILL, P. A. BOES, J. C. **Introduction to the theory of statistics.** 3 ed. Singapore: McGraw-Hill, 1986. p. 564.

MORETTO, G.; GONCALVES, L. S.; DE JONG, D. Africanized bees are more efficient at removing *Varroa jacobsoni*-Preliminary data. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 131, n. 7, p. 434, 1991a.

MORETTO, G.; GONCALVES, L. S.; DE JONG, D.; BICHUETTE, M. Z. The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud. infestation in Brasil. **Apidologie**, Paris, v. 22, p. 197-203, 1991b.

MORETTO, G.; GONCALVES, L. S.; DE JONG, D. Heritability of africanized and european honey bee defensive behaviour against the mite *Varroa jacobsoni*. **Rev. Brasil. Genet.**, Ribeirão Preto, v. 16. p. 71-77, 1993.

MORETTO, G.; GONCALVES, L. S.; DE JONG, D. Relationship between food availability and the reproductive ability of the mite *Varroa jacobsoni* in africanized bee colonies. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 137, n. 1, p. 67-69, 1996.

MORETTO, G.; GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D. Relação entre o grau de infestação causado pela varroatose em abelhas adultas e a capacidade das operárias de se livrarem do ácaro *Varroa jacobsoni*. **Natur. São Paulo**, v. 22, p. 207-211, 1997.

MORINI, M. S. C.; BUENO, O. C.; MALASPINA, O. pollen collection and infestation by the mite *Varroa jacobsoni* in colonies of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae). **Semina**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 183-187, 1996.

MORITZ, R. F. A. Heritability of the postcapping stage in *Apis mellifera* and its relation to varroatosis resistance. **J. Hered.**, Cary, v. 76, p. 267-270, 1985.

MORSE, R.; GONÇALVES, L. S. *Varroa* disease, a threat to world beekeeping. **Glean. Bee Cult.**, Medina, v. 202, p. 179-181, 1979.

MOSSADEGH, M. S. Honey and pollen sources in Lorestan, Iran. **Bee World**, Cardiff, v. 71, n. 1, p. 25-32, 1990.

NABORS, R. Trapping pollen collections of the honey bee, *Apis mellifera* L. to determine pollen flow periods. **Am. Bee. J.**, Hamilton, v. 137, n. 3,, p. 418-425, 1997.

NEEDHAM, G. R. Status report on *Varroa jacobsoni*. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 128, n. 2, p. 106-110, 1988.

NICOLSON, S.W. Eucalyptus nectar: production, availability, composition and osmotic consequences for the larva of the eucalypt nectar fly, *Drosophila flavohita* S. **Afr. Tydskrif. Wet.**, Pretoria, v. 90, n. 2, p. 75-79, 1994.

NICOLSON, S.W. The importance of osmosis in nectar secretion and its consumption by insects. **Am. Zool.**, Lawrence, v. 38, n. 9, p. 75-79, 1998.

NOGUEIRA-COUTO, R. H. **Produção de alimento e cria em colméias de *Apis mellifera* infestadas com *Varroa jacobsoni* em regiões canavieiras**. Jaboticabal, 1991. 140 p. Tese (Livre Docência na Disciplina de Apicultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Universidade Estadual Paulista.

NOGUEIRA-NETO, P. Notas sobre a história da apicultura brasileira. In : **MANUAL DE APICULTURA**. São Paulo: Agronomica Ceres, 1972. p. 18-32.

NOGUEIRA-NETO, P. As abelhas e o meio ambiente In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais...** Salvador: CBA/FAABA, 1998. p. 149-155.

NYÉKI, J.; SZABO, Z.; BENEDEK, P.; SZALAY, L. Nectar production and pollination in peach. **Int. J. Hortic. Sci.**, Budapest, v. 6, n. 3. p. 123-126, 2000.

NÚÑEZ, J. Circadian variation of flight activity in colonies of *Apis mellifera ligustica*. **J. Insect Physiol.**, Oxon, v. 23 p.387-392, 1977.

OLDROYD, B. P.; RINDERER, T. E.; HARBO, J. R.; BUCO, S. M. Effects of intracolony genetic diversity on honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony performance. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 85, n. 3, p. 335-343, 1992.

OLDROYD, B. P.; LAWLER, S.; CROZIER, R. H. Do feral honey bees (*Apis mellifera*) and regent parrots (*Polytelis anthopeplus*) compete for nests sites. **Aust. J. Ecol.**, Carton, v. 19, p. 444-450, 1994.

ORTH, A I.; ORENHAS, C. E. A polinização da macieira em Santa Catarina: em busca de soluções. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Palestras...** Florianópolis : EXPOAPIS, 2000. p. 5, 1 CD-ROM.

ORTH, A. I.; NARDI, C.; MARTINS, M.; SALOMÉ, J A. BORGHEZAN. Coleta de secreções de melato em Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) por *Apis mellifera* em Bom Retiro, Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002a, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EXPOAPIS, 2002. p. 9.

ORTIZ, P. L.; POLO, J. M. El polen recogido por *Apis mellifera* L. durante un día. **Bol. Soc. Broteriana**, Coimbra, v. 65, n. 2, p. 43-60, 1992.

OTTEN, C.; FUCHS, S. Seasonal variations in the reproductive behavior of *Varroa jacobsoni* in colonies of *A. m. carnica* and *A. m. mellifera*. **Apidologie**, Paris, v. 21, p. 367-368, 1990.

PAGE JUNIOR, R. E.; ERICKSON JUNIOR, E. H. Selective rearing of queens by worker honey bees: kin or nestmate recognition. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Lanham, v. 77, n. 5, p. 578-580, 1984.

PAIN, J. Pheromones and Hymenoptera. **Bee World**, Bucks, v. 54, n. 1, p. 11-24, 1973.

PALACIO, M. A.; GONÇALVES, L. S.; BEDASCARRASBURE, E. L. Efecto de la inseminación instrumental y de la endogamia en reinas de *Apis mellifera* africanizadas y europeas. In: CONGRESSO IBERO-LATINOAMERICANO DE APICULTURA, 4., 1994, Córdoba; FORO EXPO-COMERCIAL INTERNACIONAL DE APICULTURA. 1., 1994, Córdoba. **Anais...** Córdoba: Sociedade Rural Rio Cuarto, 1994. p. 15-18.

PALACIO, M. A.; FIGINI, E. E.; RUFFINENGO, S. R.; RODRIGUEZ, E. M.; DEL HOYO, M. L. Changes in a population of *Apis mellifera* L. selected for hygienic behaviour and its relation to brood disease tolerance. **Apidologie**, Paris, v. 31, n. 4, p. 471-478, 2000.

PANKIW, T.; PAGE, R. E. Brood pheromone modulates honeybee (*Apis mellifera* L.) sucrose response thresholds. **Behav. Ecol. Sociobiol.**, Berlin, v. 49, p. 206-213, 2001.

PARK, C. W. The influence of humidity upon sugar concentration in the nectar of various plants. **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 22, p. 534-44, 1929.

PAULINO, F.D.G.; MARCHINI, L. C. Insetos associados às panículas de macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betcher). **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 528-533, 1998.

PEARSON, W. D.; BRAIDEN, V. Seasonal pollen collection by honeybees from grass shrub highlands in Canterbury, New Zealand. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 29, n. 4, p. 206-213, 1990.

PEGORARO, A. ; CARPANEZZI, A. A. Avaliação do potencial melífero da Bracatinga-de-Campo-Mourão (*Mimosa flocculosa* Burk). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 14., 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Ed. Da UFPR, 1992. p. 425-429.

PEGORARO, A.; CARPANEZZI, A. A. Avaliação do potencial melífero da Bracatinga. **R. Setor Ci. Agr.**, Curitiba. v. 14, n. 2, p. 167-172, 1995.

PEGORARO, A.; CHAVES NETO, A. ; MARQUES, E. N. Renovação de rainhas de *Apis mellifera scutellata* (Hym.: Apidae) por puxada natural. **R. Setor Ci. Agr.**, Curitiba. v. 14, n. 2, p. 97-102, 1996a.

PEGORARO, A.; SILVA, F. C. Espécies vegetais preferidas pela *Apis mellifera scutellata* (Hymenoptera: Apidae) em Colombo-PR. **R. Setor Ci. Agr.**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 25-31. 1996b.

PEGORARO, A. **Renovação de rainhas e desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hym., Apidae) infestadas naturalmente com *Varroa jacobsoni* Oudemans 1904. (Acari, Mesostigmata).** Curitiba, 1997. 89.p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná.

PEGORARO, A.; CHAVES NETO, A. MARQUE, E. N.; FRANCO, S. G. Renovação de rainhas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836. **R. Setor Ci. Agr.**, Curitiba, v. 17, n. 1-2, p. 101-110, 1998.

PEGORARO, A.; MARQUES, E. N. ; CHAVES NETO, A. ; FEDALTO, L. M. Estoque de recursos alimentares em *Apis mellifera scutellata* (Hymenoptera, Apidae). **Arch. Vet. Sci.**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 51-56, 1999.

PEGORARO, A. MARQUES, E. N. CHAVES NETO, A. COSTA, E. C. Infestação natural de *Varroa jacobsoni* em *Apis mellifera scutellata* (Hymenoptera., Apidae). **Arch. Vet. Sci.**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 89-93, 2000.

PEGORARO, A.; CHAVES NETO, A.; DALLA COSTA, M. A. Produção de ovos-larvas e pupas em colônias de *Apis mellifera scutellata* (Hymenoptera, Apidae). **Arch. Vet. Sci.**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 57-62, 2001.

PEGORARO, A.; CHAVES NETO, A. ; SOMMER, P. G. Proporção entre quantidade de ovos, larvas e pupas/pólen e mel, em *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hym. Apidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EXPOAPIS 2002. p. 52.

PENG, Y. S. ; FANG, Y. C.; XU, S.; GE, L. The resistance mechanism of Asian honey bee, *Apis cerana* Fabricius, to an ectoparasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans. **J. Invertebr. Pathol.**, Orlando v. 49, n. 1, p. 54-60, 1987a.

PENG, Y. S. C.; FANG, Y.; XU, S.; GE, L.; NASR, M. E. Response of foster asian honeybee (*Apis cerana* Fabricius) colonies to the brood of european honeybee (*Apis mellifera* L.) infested with parasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans. **J. Inverbr. Pathol.**, Orlando, v. 49, n. 3, p. 259-264, 1987b.

PENNY, J. H. J. Nectar guide colour contrast: a possible relationship with pollination strategy. **New Phytol.**, Cambridge, v. 95, n. 4, p. 707-721, 1983.

PEREIRA, A. L.; AZEVEDO-BENITEZ, E.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Capacidade de postura e longevidade de rainhas de *Apis mellifera* provenientes de colméias selecionadas pela produção de mel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis, **Trabalhos** Florianópolis: EXPOAPIS, 2000. p. 11, 1 CD-ROM.

PÉREZ-SATO, J. A.; CERVANTES-SANTANA, T. Selección para tolerancia a *Varroa jacobsoni* Oud. En una población de abejas euroafricanas. **Agrociencia**, Montecillo, v. 35, n. 4, p. 413-421, 2001.

PERNAL, S. F.; CURRIE, R. W. Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bee (*Apis mellifera* L.). **Apidologie**, Paris, v. 31, n. 3, p. 387-409, 2000.

PETANIDOU, T.; VOKOU, D. Pollination and pollen energetics in Mediterranean ecosystems. **Am. J. Bot.**, Columbus, v. 77, n. 8, p. 986-992, 1990.

PICCIRILLO, G. A.; DE JONG, D. Seleção e melhoramento genético para amentar a produção de mel e própolis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Palestras...** Florianópolis : EXPOAPIS, 2000. p. 2, 1 CD-ROM.

QUEZADA-EUAN, J. J. G.; MEDINA, L. M. Hybridization between european and africanized honeybee (*Apis mellifera* L.) in tropical Yucatan, Mexico. I. Morphometric changes in feral and managed colonies. **Apidologie**, Paris, v. 29. p. 555-568, 1998.

RADEMACHER, E.; POLACKEK, B.; SCHRICKER, B. Acido formico una nueva forma de aplicación del producto em las colmenas. **Vida Apic.**, Madri, v. 70, p. 17-20, 1995.

RATH, W. Co-adaptation of *Apis cerana* Fabr. And *Varroa jacobsoni* Oud. **Apidologie**, Paris, v. 30, n. 2-3, p. 97-110, 1999.

REHM, S. RITTER, W. Succession and length of development of male and female offspring of *Varroa jacobsoni* in the worker brood. In: INTERNATIONAL CONGRESS APICULTURE, 32., 1989, Rio de Janeiro. **Programe and abstracts of reports**. Rio de Janeiro: APIMONDIA, 1989. p. 129.

RÉGARD, A. **Manual del apicultor aficionado**. Edicion en lengua española Zaragoza : Acribia, 1994. p. 148 -153.

RICE, N. D.; WINSTON, M. L.; WHITTINGTON, R.; HIGO, H. Comparison of release mechanisms for botanical oils to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) in colonies of honey bee (Hymenoptera: Apidae). **J. Econ. Entomol.** Lanham, v. 95, n. 2, p. 221-226, 2002.

RICKLI, M. Los sentidos básicos de las *Varroa*. **Vida Apic.**, Madri, v. 72, p. 18-23, 1995.

RINDERERER, T. E.; KUZNETSOV, V. N.; DANKA, R. G. DELATTE, G. T. An importation of potentially Varroa-resistant honey bees from far-eastern Russia. **Am. Bee J.** Hamilton, v. 137, n. 11, p. 787-789, 1997.

ROCHA, H. C.; ALMEIDA LARA, A. Flutuação populacional do ácaro *Varroa jacobsoni* Oud. em colméias de abelhas africanizadas. In: CONGRESSO IBERO-LATINO AMERICANO DE APICULTURA, 5., 1994, Corcoba. **Anais...** Cordoba: Sociedade Rural Rio Cuatro, 1994. p. 97a-100a

ROCHA, H. C.; SFORCIN, J. M. ; CURI, P.; ALVES, M. L. T. M. F. Desenvolvimento da colônia e coleta de pólen por abelhas africanizadas. *Apis mellifera* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 12., 1998, Salvador. **Anais...** Salvador: CBA/ FAABA, 1998. p. 231-232.

ROOT, A. I. **ABC y XYZ de la apicultura**. 37 ed. Buenos Aires: Hemisferio Sul, 1978.

ROSENKRANZ, P.; TEWARSON, N. C.; SINGH, A.; ENGELS, W. Differential hygienic behaviour towards *Varroa jacobsoni* in capped worker brood of *Apis cerana* depends on alien scent adhering to the mites. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 32, n. 2, p. 89-93, 1993.

ROSENKRANZ, P.; ENGELS, W. Infertility of *Varroa jacobsoni* females after invasion into *Apis mellifera* worker brood as a tolerance factor against varroaosis. **Apidologie**, Paris. v. 25, n. 4, p. 402-411, 1994.

ROSENKRANZ, P. Evaluacion de algunos factores de tolerancia de la abeja *Apis mellifera* a *Varroa jacobsoni*. In: CONGRESSO IBERO-LATINO AMERICANO DE APICULTURA, 5., 1996, Mercedes. FORO EXPO-COMERCIAL, 2., Mercedes. **Anais...** Mercedes: Central Apicola Cooperativa, 1996, p. 18-19.

ROSENKRANZ, P. Honey bee (*Apis mellifera* L.) tolerance to *Varroa jacobsoni* Oud. In South America. **Apidologie**, Paris, v. 30, n. 2-3, p. 159-172, 1999.

ROTHENBUHLER, W. C. Behaviour genetics of nest cleaning in honey bee. Responses of F1 and back-cross generations to disease-killed-brood. **Am. Zool.**, Laurence, v. 4, p. 111-123, 1964.

ROTTA, E.; OLIVEIRA, Y. M. N. Área de distribuição natural da Bracatinga (*Mimosa scabrella*). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADE E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: bracatinga uma alternativa para reflorestamento, 4., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA. 1981, p. 1-23.

RUTTNER, F. Intraracial selection or race-hybrid breeding of honey bees. **Am. Bee J.**, Hamilton, v. 108, n. 10, p. 394-396, 1968

RUTTNER, F. **Razas de abejas**. In: LA COLMENA y la abeja melífera. Montevideo: Hemisferio Sur, 1975, p. 48-70.

RUTTNER, F. **Biogeography and taxonomy of honeybees**. Berlin: Springer-Verlag, 1985. p. 284.

RUTTNER, F.; HÄNEL, H. Active defense against *Varroa jacobsoni* mites in a carniolan strain of honeybee *Apis mellifera carnica* Pollmann. **Apidologie**, Paris, v. 23, p. 173-187, 1996.

SALOMÉ, J. A. Produção de pólen In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, 2000, Florianópolis. **Minicursos** Florianópolis: EXPOAPIS, 2000. p. 1, 1 CD-ROM.

SAKAGAMI, F. S. The false-queen: fourth adjustive response in dequeened colonies. **Behaviour**, v 13, p. 290-296, 1958.

SEELEY, T. D.; MORSE, R. A. The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). **Insectes Soc.**, Basel, v. 23, n. 4, p. 495-512, 1976.

SENAR. **Trabalhador na apicultura**. Curitiba, 2000, p. 87.

SERPRO. Alice: exportações. Curitiba, 04 set. 2002.

SHABANOV, M.; NEDLYKOV, S. Z.; TOSHKOV, A. L. Varroaosis a dangerous parasitic disease on bees. **Am. Bee. J.**, Hamilton, v. 108, n. 6, p. 402-407, 1978.

SHEPPARD, W. S.; SOARES, A. E. E.; DE JONG, D.; SHIMANUKI, H. Hybrid status of honey bee populations near the historic origin of africanization in Brasil. **Apidologie**, Paris, v. 22, p. 634-652, 1991.

SHIMANUKI, H. Methods for detection of *V. jacobsoni* In: International Congress Apiculture. 32., 1989, Rio de Janeiro. **Programme and abstracts of reports**: Rio de Janeiro: APIMONDIA, 1989. p. 175-176.

SILVA, F. J. M. Efeito da idade de abelhas rainhas do gênero *Apis* na produção de mel In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 9., 1992, Candelária. **Anais...** Porto Alegre : Ed da UFRGS, 1994. p. 195.

SILVA, L. A.; GUERRA, J. C. V.; MORETTO, G. ; DE JONG, D.; GONÇALVES, L. S. Infestação de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. pelo ácaro *Varroa jacobsoni*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 9., 1992, Candelária. **Anais...** Porto Alegre: Ed da UFRGS, 1994. p. 156-161.

SILVA, R. M. B.; MORETI, A. C. C. C.; SILVA, E. C. A.; ALVES, M. L. T. M. F. Fluxo nectarífero na região de Pindamonhagaba, SP. e Cardinais períodos de secreção de néctar. **Bol. Ind., Anim.**, Nova Odessa, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 23-28, 1995.

SILVA, I. C.; MESSAGE, D. Avaliação da eficiência de diferentes diâmetro e espessura da trampa através de um sistema especial de alvado adaptado em um coletor de pólen. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais...** Salvador: CBA/ FAABA, 1998. p. 232

SILVA, S. J. R.; CASADIO, G. M. L. Infestação de colônias de *Apis mellifera* L. por *Varroa jacobsoni* Oudemans na aldeia do Contão, Roraima, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Trabalhos...** Florianópolis: EXPOAPIS, 2000. p. 2, 1 CD-ROM.

SOARES, A. E. E.; DINIZ, N. M. Controle da enxameagem e a utilização da genética molecular na caracterização de população de abelhas africanizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 9., 1992, Candelária. **Anais...** Porto Alegre: Ed da UFRGS, 1994. p. 42-49.

SOLLER, M.; BAR-COHEN, R. Some observations on the heritability and genetic correlation between honey production and brood area in the honeybee. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 6, n. 1, p. 34-43, 1967.

SOMMER, P. G. Observações em apiários no Estado do Paraná, colhidas no período de 1942 a 1972. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2., 1972, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: G. W. Cosenza, 1972. p. 130-132.

SOMMER, P. G. O melhoramento de abelhas e observações práticas de manejo em abelhas africanizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 4., 1976, Curitiba. **Anais...** Curitiba: L. S. Gonçalves, 1976. p. 249-253.

SOMMER, P. G. Seleção e melhoramento de abelhas. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE APICULTURA DO PARANÁ, 3., 1988 Pitanga. **Anais...** Curitiba: A. Pegoraro, 198p. p.17-210.

SOMMER, P. G. O desenvolvimento da apicultura brasileira In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais...** Salvador: CBA/FAABA, p. 173.

SOMMER, P. G.; WIESE, H. ; GONÇALVES, L. S.; SANFORD, M. T. Perspectivas à apicultura africanizada no contexto apícola mundial. In: CONGRESSO RASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Simpósios...** Florianópolis: EXPOAPIS, 2000. p.1, 1 CD-ROM.

SOMMER, P. G. Panorama da apicultura mundial In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: EXPOAPIS 2002. p. 209-213.

SOUZA, M. C. M. Padrão para mel orgânico. In: CONGRESSO RASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Trabalhos...** Florianópolis: EXPOAPIS, 2000. p. 13, 1 CD-ROM.

SOUZA, D.C. Apicultura orgânica: alternativa para exploração da região do semi-árido nordestino. In: CONGRESSO RASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EXPOAPIS, 2002. p. 133-135.

SPIVAK, M.; BATRA, S.; SEGREDÁ, F. CASTRO, A. L.; RAMÍREZ, W. Honey production by africanized and european honey bees in Costa Rica. **Apidologie**, Paris, v. 20, p. 207-220, 1989.

SPIVAK, M. Response of hygienic honey bees to *Varroa jacobsoni* mites. Resistant **Pest-Mang. Sci.**, Clichester, v. 8, n. 1, p. 42-44, 1996.

SPIVAK, M.; Honey bee hygienic behavior as a defense against *Varroa jacobsoni* mites. **Pest Mang. Sci.**, Clichester, v. 9, n. 2, p. 22-24, 1997.

SPIVAK, M.; GILLIAM, M. Hygienic behaviour of honey bees and its application for control of brood diseases and Varroa. **Bee World.**, Bucks, v. 79, n. 4, p. 169-186, 1998.

SPIVAK, M.; DOWNEY, D. L. Field assays for hygienic behaviour in honey bee (Hymenoptera: Apidae). **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 91, n. 1, p. 64-70, 1998.

SPIVAL, M.; REATER, G. S. *Varroa destructor* infestation in untreated honey bee (Hymoptera: Apidae) colonies selected for hygienic behavior. **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 94, n. 2, p.326-331, 2001.

STERN, R. A.; GAZIT, S. Lichee pollination by the honeybee. **J. Am. Soc. Sci. Hort.**, Alexandria, v. 120, n. 1. p. 152-157, 1996.

STORT, A. C.; GONÇALVES, L. S.; MALASPINA, O.; MOURA DUARTE, F. A. Study on sineacar effectiveness in controlling *Varroa jacobsoni*. **Apidologie**, Paris, v. 12, n. 3, p. 289-297, 1981.

STRANG, G. E. Study of honey bee drone attraction in mating response. **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 63, n.2, p. 641-645, p. 1970.

SZABO, T. I.; LEFKOVITCH, L. P. Effect of brood production and population size on honey production of honeybee colonies in Alberta, Canada. **Apidologie**, Paris v. 20, p. 157-163, 1989.

SZABO, T. I. Effect of weather factors on honeybee flight activity and colony weight gain. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 19, n. 3, p.164-171, 1980.

SZABO, T. I, Nectar secretion by 28 variety and breeder's lines of two species of rapeseed (*Brassica napus* and *B. campestris*). **Am. Bee J.**, Hamilton, v.122, n. 9, p. 645-647, 1982.

SZABO, T. I. Nectar secretion in dandelion. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 23, n. 4, p. 204-208, 1984.

SZABO, T.; WALKER, T. Rate of infestation of honey bee colonies by *Varroa jacobsoni*. **Am. Bee J.** Hamilton, v.136, n. 6, p.447-448, 1996.

SHUEL, R.W. Some factors effecting nectar secretion in red clover. **Plant Physiol. (Rockv.)**, v. 26, n.1, p. 95-110, 1952.

TABER, S. Research on the internal parasitic mite. **Am. Bee. J.**, Hamilton, v.128, n.11, p. 740-741, 1988.

TEIXEIRA, M. V. **Aspectos comportamentais e fatores que influenciam na fecundação natural de rainhas de *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) em região neotropical.** Ribeirão Preto, 1993. Dissertação (Mestrado em Genética) - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

THON, C.; SEELEY, T. D.; TAUTZ, J. A scientific note on the dynamics of labor devoted to nectar foraging in a honey bee colony: number of foragers versus individual foraging activity. **Apidologie**, Paris, v. 31, n. 6, p. 737-738, 2000.

TODD, F. E.; BISHOP, R. K. Trapping honeybee-gathered pollen and factors affecting yields. **J. Econ. Entomol.**, Lanham, v. 33, n. 6, p. 866-870, 1940.

THAPA, R.; WONGSIRI, S. *Eupatorium odoratum*: a honey plant for beekeepers in Thailand. **Bee World.**, Bucks, v. 78, n. 4, p. 175-178, 1997.

THOMAS, H, U.; MUNN, P.; JONES, R. Pratical aspects of alternative *Varroa* control methods. **International Bee Research Association**, Cardiff, p. 22-30, 1997.

TOLEDO, V. A. A. **Desenvolvimento de colméias híbridas de *Apis mellifera* e seu comportamento na aceitação e manejo da cera.** Jaboticabal, 1991. 196 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista.

TROUILLER, J. Monitoring *Varroa jacobsoni* resistance to pyrethroids in Western Europe. **Apidologie**, Paris. v. 29, n. 6, p. 537-546, 1998.

VAN BUREN, N. W. M.; MARIËN, J.; VELTHUIS, H. H. W.; OUDEJANS, R. C. H. M. Residues in beeswax and honey of perizin, an acaricide to combat the mite *Varroa jacobsoni* Oudemans (Acari: Mesostigmata). **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 21, n. 4, p. 860-865, 1992.

VEDEVA, G.; D.; LODOSANI, M.; MILANI, N. D. Development of resistance to organophosphates in *Varroa jacobsoni*. **L'ape- nostra amica**, v. 19, n. 1, p. 6-10, 1997.

VENCOVSKI, R.; KERR, W. E. Melhoramento genético em abelhas. II. teoria e avaliação de alguns métodos de seleção. **Rev. Bras. Genet.**, Ribeirão Preto, v. 3, p. 493-502, 1982.

VIANA, B. F. Identificação e controle preventivo de doenças e pragas das abelhas da espécie *Apis mellifera*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 10., 1994, Pousada do Rio Quente. **Anais...** Pousada do Rio Quente: A. E. E. Soares, 1994. p. 175-191.

VILCKAS, M.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Perfil do consumidor de mel e o mercado de mel. **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 64, p 5-17, 2001

VISSCHER, P. K.; SEELEY, T. D. Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. **Ecol.**, Amsterdam, v. 63, n. 6, p. 1790-1801, 1982.

WALLNER, K. Varroacides and their residues in bee products. **Apidologie**, Paris, v. 30, n. 2-3, p 235-248, 1999.

WEBSTER, T. C.; THORP, R. W.; BRIGGS, D.; SKINNER, J.; PARISIAN, T. Effects of pollen traps on honey bee (Hymenoptera: Apidae) foraging and broods rearing during almond and prune pollination. **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 14, n.5, p. 683-686, 1985.

WESTCOTT, L.; NELSON, D. Canola pollination: an update. **Bee World**, Bucks, v. 82, n. 3, p. 115-129, 2001.

WHIFFER, L. A; HEPBURN, H. R. Inhibition of queen cell construction in the cape honeybee, *Apis mellifera capensis*. **Apidologie**, Paris, v. 22, p. 2929-236. 1991.

WILLIAMS, C. S. Nectar secretion rates, standing crops and flower choice by bees on *Phacelia tanacetifolia*. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 36, n. 1, p. 23-32, 1997.

WINSTON, M. L.; DROPKIN, J. A.; TAYLOR, O. R. Demography and life history characteristics of two honey bee races (*Apis mellifera*). **Oecologie (Berlin)**, v. 48, p. 407-413, 1981.

WOYKE, J. Drone larvae from fertilized eggs of the honeybee. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 2, n. 1, p. 19-24, 1963.

WOYKE, J. Correlations and interactions between population, length of worker life and honey production by honeybee in a temperate region. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 23, n. 3, p. 148-156, 1984.

WOYKE, J. A. Mathematical model for the dynamics of spermatozoa entry into the spermathecae of instrumentally inseminated honeybee. **J. Apic. Res.**, Cardiff, v. 27, n. 2, p. 122-125, 1988.

WROBLESKA, A. Biology of flowering, nectar secretion and pollen productivity of *Lavatera trimestris* L. **Pszczelnicze Zeszyty Naukowe**, v. 40, n. 2, p. 81-87, 1996.

ZAVRASHVILI, R. M. On bee queen supersedure and bee colonies swarming. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF APICULTURE, 32., 1989, Rio de Janeiro. **Programme and abstracts of reports**. Rio de Janeiro: APIMONDIA, 1989. p. 105-106.